

Estudio de los Sistemas de Seguridad en la descarga de GNL

Proyecto Fin de Carrera



Autor: Isaac Galcerà Zamora

Director: Alejandro León Arias

Titulación: Ing. Tec. Naval, Propulsión y Servicios Buque

Centro: Facultad de Náutica de Barcelona (UPC)

Promoción: 2005/06

Curso: 2008/09

ÍNDICE

1.- Introducción	4-18
- 1.1 El GNL	6-9
o Características gas natural	6
o Licuefacción	6
o Historia del GNL	7
o Cadena de valor del GNL	7
o Tipos de riesgos asociados con el GNL	8-9
- 1.2 Buques metaneros	9- 12
o Dimensionamiento y construcción	9
o Sistemas de propulsión	10
o Tecnologías de almacenamiento	11-12
- 1.3 Plantas de Regasificación	13-16
o Misión	13
o Proceso de regasificación	13-14
o Descripción de sistemas y equipos principales	14-16
- 1.4 Accidentes	17-18
2.- Operatividad en la interfaz buque terminal	19-37
- 2.1 Compatibilidad Buque-Terminal	19-20
- 2.2 Sistemas de seguridad del buque metanero	20-23
- 2.3 Medidas de seguridad en plantas de GNL	23-27
o Pantalán de descarga	23-25
o Tanques de GNL	25-26
o Sistema de tuberías	27
o Vaporizadores de GNL	27

- 2.4 Procedimiento de descarga segura de buques metaneros	28-34
o Procedimiento descarga	28-31
o Procedimiento sistemas de comunicación	31
o Procedimiento de acceso al pantalán de descarga	31-32
o Procedimiento en caso de emergencia	32-34
- 2.5 Comprobaciones de seguridad Buque-Terminal	35-37
3.- Organismos de control	38-40
4.- Estudio de ambientalización	41-42
5.- Conclusión	42-43
6.- Bibliografía	44-45
7.- Apéndices	46-71
- Apéndice 1	46-54
- Apéndice 2	55-60
- Apéndice 3	61-71

1.- INTRODUCCIÓN

El gas como fuente de energía indispensable, se encuentra en fase de crecimiento desde hace años, estimándose que el consumo en España se duplique de aquí al 2020.

El mercado español de gas se aprovisiona en dos terceras partes de gas natural licuado. Para los próximos años se están haciendo fuertes inversiones tanto en plantas como en construcción de buques, con lo que el transporte de GNL cobra cada vez mayor importancia en el panorama marítimo español.

Sin embargo, las operaciones realizadas en las plantas de recepción, almacenamiento y regasificación del gas natural licuado llevan aparejado un riesgo inherente al carácter extremadamente inflamable del mismo, de manera que cualquier fuga o escape puede desencadenar un incendio o la generación de una nube inflamable.

La seguridad en la industria de GNL se logra por medio de una serie de elementos que proporcionan múltiples capas de protección, tanto en relación con la seguridad de los trabajadores de la industria de GNL como la seguridad de las poblaciones vecinas a las instalaciones de GNL.

La *Contención Primaria* es el primero y el más importante de los requisitos con respecto a la contención de GNL. Esta primera capa de protección requiere el uso de materiales apropiados para las instalaciones de GNL, el diseño de ingeniería apropiada para los tanques de almacenamiento en tierra y en los buques tanque de GNL, así como en otras partes. La *Contención Secundaria* asegura que cuando ocurran derrames en una instalación de GNL en tierra, éstos podrán contenerse y aislarse totalmente del público. Los *Sistemas de Seguridad* ofrecen una tercera capa de protección. El objetivo es el de minimizar la frecuencia y el volumen de las fugas de GNL, tanto en tierra como costa afuera, previniendo así los daños por riesgos asociados a las propiedades físicas y químicas del GNL.

El almacenamiento del GNL transportado en buques a tanques de tierra es una operación compleja debido al riesgo existente y resulta ser el enfoque principal en materia de seguridad y protección.

En base a tal riesgo se sustenta el interés en realizar este proyecto para, a través del estudio de los diferentes sistemas de seguridad, resaltar la importancia tanto de la seguridad marítima como de la portuaria. Para realizar con éxito el siguiente estudio y poder conseguir los objetivos mencionados, este nos obliga a analizar y estudiar con detenimiento las características tanto del producto como de los buques capacitados para su transporte y manipulación. De este modo, con el estudio de los diferentes sistemas de seguridad presentes en las descargas de GNL se pretende elaborar un documento que englobe diferentes aspectos, tanto de los buques GNL como de las terminales portuarias receptoras de este producto partiendo desde un punto común, la seguridad.

A pesar de documentarse a través de diferentes tipos de fuentes, las cuales concretaremos en la bibliografía del documento, se consideró de gran importancia y utilidad para poder realizar el estudio aplicar el caso práctico, es decir, presenciar la descarga de un buque GNL. De este modo se podría observar, analizar y entender el funcionamiento de los diferentes sistemas de seguridad utilizados, tanto a bordo como en el terminal para posteriormente trasladarlos al documento presente.

A través de la página web de los Prácticos del Puerto de Barcelona, se pudo observar cual era la agencia consignataria encargada de los buques de GNL.

Se contactó Marmedsa via correo electrónico justificando el interés por la visita y su finalidad para poder obtener acceso al Muelle de Inflamables del Puerto de Barcelona, al pantalán de descarga y a bordo del buque.

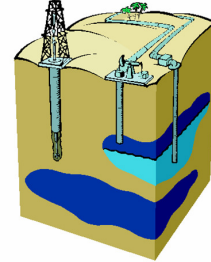
La visita tuvo lugar el pasado 23 de Agosto de 2008 a bordo del buque LNG RIVERS (IMO 9216298) cargado con 135.000m³ de GNL propiedad de Shell el cual atracó en el pantalán de descarga de Enagás alrededor de las 9 de la mañana. La descarga empezó a las 13:00 y finalizó el día 24 a la 01:30. En aproximadamente 12 horas se bombearon unos 132.000m³, dejando una pequeña cantidad de GNL para mantener los tanques de carga fríos para el viaje en lastre y para combustión. Durante las horas de bombeo, el personal de guardia en la Sala de Control de la Carga (CCR-Cargo Control Room) mostraron los diferentes sistemas de seguridad a bordo y la importancia de cada uno en relación al proceso de descarga. Una vez finalizada la descarga se desembarcó junto al Jefe de Turno del Terminal para visitar la Torre de Control del pantalán de descarga y analizar los diferentes sistemas de seguridad que intervenían en la descarga desde tierra.

1.1.- EL GNL

Características Gas Natural

El gas natural es una energía de origen fósil que se encuentra en el sub suelo y procede de la descomposición de materia orgánica atrapada en estratos rocosos.

Su composición incluye diversos hidrocarburos gaseosos, con predominio del metano en una proporción aproximada del 90%. El resto es fundamentalmente etano, con proporciones menores de propano, butano y nitrógeno. Se trata, por tanto, de un gas extremadamente inflamable, con una temperatura de inflamación de -188°C y una temperatura de autoignición de 538°C .



Licuefacción

El gas natural licuado (GNL) es gas natural que ha sido enfriado hasta el punto que se condensa a líquido. Este proceso se realiza a -161°C y a 1atm reduciendo el volumen unas 600 veces para que pueda ser transportado en barcos. Dado que el GNL es un líquido extremadamente frío resultado de la refrigeración, no se almacena bajo presión.

Bajo condiciones de presión atmosférica normal, el GNL es un líquido criogénico¹ claro, no corrosivo y no tóxico. El GNL es un líquido puro, con una densidad de alrededor del 45% de la densidad del agua.

El gas natural (el metano) no es toxico, sin embargo, al igual que cualquier otro material gaseoso que no sea el aire o el oxígeno, el gas natural vaporizado de GNL puede causar asfixia debido a la falta de oxígeno cuando se extiende en forma concentrada en áreas cerradas y sin ventilación.

Durante el proceso de licuefacción es necesario eliminar componentes susceptibles de congelarse durante el proceso de enfriamiento (agua, CO_2 , gases ácidos e hidrocarburos pesados), así como compuestos dañinos para las instalaciones (azufre y mercurio). (Ver apéndice 1)

¹ El término "criogénico" significa baja temperatura, generalmente por debajo de -73°C .

Historia del GNL

La licuación del gas natural se remonta al siglo XIX, cuando el químico y físico inglés Michael Faraday experimentó con el licuado de diferentes tipos de gases, incluyendo el gas natural. A finales del siglo XIX, el ingeniero alemán Kart Von Linde construyó la primera máquina práctica de refrigeración en Munich (1873).

La primera planta de GNL fue construida en "West Virginia" en 1912, entrando en operación en 1917.

La primera planta comercial de licuación fue construida en "Cleveland, Ohio", en 1941.

La licuación del gas natural creó la posibilidad de su transporte a lugares remotos. En Enero de 1959, el primer transportador de GNL del mundo, con el nombre "The Methane Pioneer", un buque de carga de la Segunda Guerra Mundial reconstruido, cargando cinco tanques prismáticos de aluminio de 7.000 barriles de capacidad con soportes de madera balsa y aislamiento de madera contra enchapada y uretano, transportó una carga de GNL desde "Lake Charles" en Lousiana hasta "Canvey Island" en el Reino Unido. Esto demostró que grandes cantidades de gas natural licuado podían ser transportadas de manera segura a través de los mares.

Cadena de valor del GNL

Para disponer de GNL se debe invertir en un número de diferentes operaciones o procesos relacionados entre sí:



- *Producción de gas natural*, el proceso de exploración y producción de gas natural para su entrega a una planta procesadora.
- *Licuefacción*, la conversión de gas natural a un estado líquido para su transporte por medio de buques tanque.
- *Transportación*, el envío de GNL en buques especializados para su entrega a los mercados.
- *Regasificación*, la conversión de GNL a su fase gaseosa y el paso del líquido criogénico por los *vaporizadores*.
- *Distribución y entrega* de gas natural a través del *sistema de ductos de gas* del país y su distribución a los usuarios finales.

Tipos de riesgos asociados con el GNL

- Incendio: Cuando se libera el GNL en la presencia de una fuente de ignición, el resultado es un incendio de evaporación continua de GNL dentro del área de confinamiento .
- Explosión: Puede ocurrir una explosión cuando una sustancia cambia de estado químico rápidamente, es decir, cuando prende fuego o cuando en su estado presurizado haya derrames que no se puedan controlar, y para que ocurra un derrame incontrolable debe existir una falla estructural, por ejemplo, una perforación en el contenedor o una rotura dentro del contenedor.
- Nube de vapor: Al dejar el contenedor de temperatura controlada, el GNL comienza a calentarse y regresa a su estado gaseoso. Inicialmente el gas es más frío y más pesado que el aire que lo rodea, y esto crea una neblina o *nube de vapor* sobre el líquido liberado. Conforme se calienta el gas, se mezcla con el aire y comienza a dispersarse. La nube de vapor prenderá fuego únicamente si se encuentra con una fuente de ignición mientras guarda su concentración dentro del rango de inflamabilidad.
- Líquido congelante: De llegar a liberarse el GNL, el contacto humano directo con el líquido criogénico congelaría el punto de contacto.
- “Rollover”: Cuando múltiples suministros de diferentes densidades de GNL se cargan a un tanque, inicialmente no se mezclan, por lo contrario se acomodan en capas o estratos inestables dentro del tanque. Después de un tiempo estos estratos podrían cambiar de posición espontáneamente para tratar de estabilizar el líquido en el tanque. Cuando la capa inferior de GNL se calienta como consecuencia del calentamiento normal cambia de densidad hasta hacerse más liviana que la primera capa. En ese momento ocurre el fenómeno de “rollover”. El volumen del líquido y la regasificación repentina de GNL podrían ser tan grandes como para no poder liberarse a través de las válvulas de escape de un tanque normal. El exceso de presión podría resultar en roturas u otras fallas estructurales del tanque.
- Fase de transición acelerada (RPT): Debido a que es menos denso que el agua, al ser liberado sobre el agua, el GNL flota y se vaporiza. Si se liberan grandes volúmenes de GNL sobre el agua podría vaporizarse muy rápidamente, causando así una fase de transición acelerada. La temperatura del agua y la presencia de una sustancia que no sea el metano también podrían causar un posible RPT (rapid phase transition), mismo que ocurre únicamente cuando se mezcla el GNL con el agua.

Los RPT varían en intensidad, desde un pequeño “pop” hasta ráfagas importantes con potencial para dañar estructuras ligeras.

1.2.- BUQUES METANEROS

Dimensionamiento y construcción

Los buques metaneros presentan grandes dimensiones comparativamente con otros de igual tonelaje, como consecuencia de la baja densidad de la carga que transportan (aproximadamente $0,47 \text{ Kg/m}^3$). Su velocidad es elevada: 20 nudos frente a 14 nudos para buques petroleros.

Capacidad: 40.000-200.000m³

Dimensiones generales:

- Eslora: 195-300m
- Manga: 26,5-50m
- Puntal: 17-30m
- Calado max: 8-12m

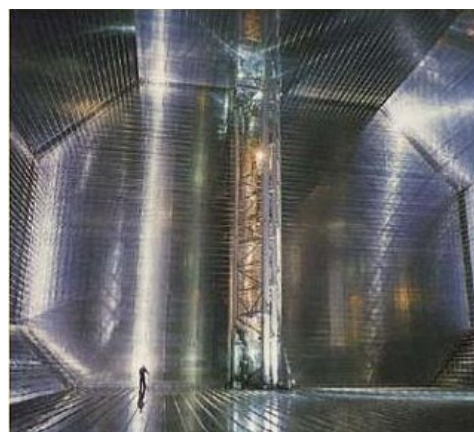


En su construcción emplean materiales de alta calidad: aluminio en tanques, acero inoxidable en tubería, bombas criogénicas y sistemas de frío, sofisticados tratamientos de pintura para proteger sus tanques de lastre, etc.

Son buques altamente automatizados. Se equipan con complejos sistemas electrónicos para la navegación, el control de carga y descarga, la planta propulsora y para otros mecanismos secundarios

El uso adecuado de GNL, o cualquier sustancia criogénica, requiere la comprensión del comportamiento de los materiales bajo temperaturas criogénicas. Por ejemplo, bajo temperaturas extremadamente bajas, el acero ordinario pierde ductilidad y se hace quebradizo.

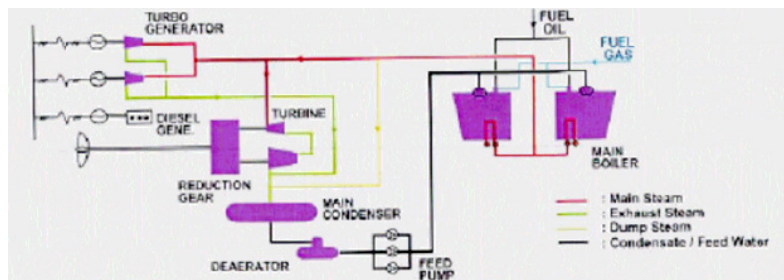
La elección del material empleado en los tanques, ductos y otros equipos que entran en contacto con el GNL es un factor crítico. Resulta costoso el uso



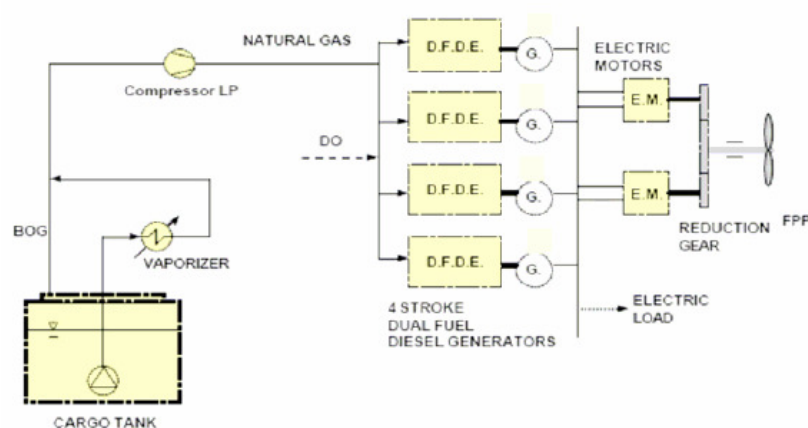
de aceros de alto contenido de níquel, aluminio y aceros inoxidables, pero son necesarios para prevenir la rigidez y fallas en el material. Aceros mezclados compuestos de 9 por ciento de níquel y acero inoxidable, se emplean para el tanque interior, y para otras aplicaciones relacionadas con el GNL.

Sistemas de propulsión

- Las turbinas de vapor son el sistema de propulsión más utilizado. Son máquinas que han demostrado eficiencia y durabilidad a lo largo del tiempo. La caldera generadora de vapor puede alimentarse con *fuel-oil* o *boil-off*².



- Los buques de nueva generación se están construyendo con otro tipo de impulsores. En general utilizan *fuel-oil* como combustible aunque pueden aprovechar el *boil-off* como combustible alternativo.
- También existen buques propulsados por motores diesel de dos tiempos o bien por motores diesel duales, que utilizan como combustible una mezcla de diesel-oil y gas de *boil-off*.



² Vapores que se generan por evaporación del GNL

Tecnologías de almacenamiento del GNL en el buque metanero

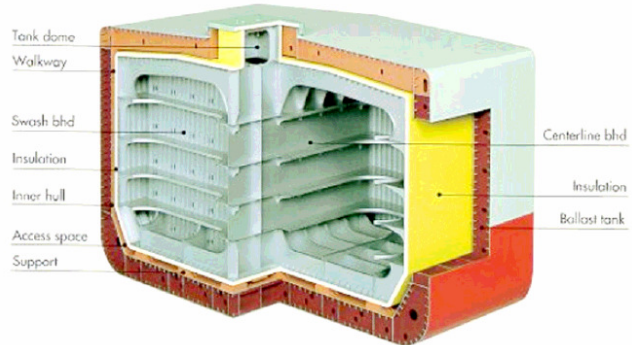
IHI

Utilizan tanques prismáticos autosoportados. El sistema de construcción es tradicional, con refuerzos en el interior de los tanques, los cuales quedan integrados dentro de la estructura del buque.

No presentan limitaciones por ³*sloshing* y las complicaciones en el viaje de lastre son mínimas ⁴.

Generan poco *boil-off* y son fácilmente accesibles para inspección y mantenimiento.

Hasta la fecha sólo se ha utilizado esta tecnología en buques de pequeño y mediano porte (48.000 - 87.000 m ³).



MEMBRANA

Los depósitos consisten en una delicada pared estanca, denominada membrana, y se separan de la estructura del buque por una capa de aislamiento.

Las membranas se diseñan de tal manera que pueden absorber las dilataciones y contracciones térmicas.

Al mismo tiempo, la membrana constituye una barrera primaria que se completa con otra, secundaria, capaz de retener al GNL en caso de accidente.

Actualmente existen en el mercado dos tipos de membrana, según la empresa fabricante: la de Technigaz, cuya barrera primaria es de acero inoxidable inervado con configuración ortogonal, y la de Gaztransport, con una barrera primaria de Acero invar. (30% Níquel).

En grandes rasgos, pueden nombrarse las siguientes características de los buques metaneros con sistema de membrana para el almacenamiento de GNL:

- Debido al efecto *sloshing* los tanques deben estar siempre cargados en cantidades inferiores al 10% de su capacidad máxima o bien mayores al 90% de la misma.
- El tiempo de enfriamiento es muy corto, admite cambios rápidos de temperatura.
- Debe mantenerse siempre una presión positiva en el interior de los tanques, para evitar su colapso.

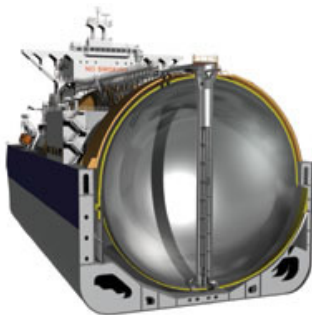
³ Se entiende por *sloshing* las fuerzas generadas por el movimiento del GNL dentro de los tanques. Estas fuerzas pueden ser de importante magnitud y llegar a causar problemas para controlar el buque.

⁴ Como los buques metaneros transportan una sustancia de baja densidad, presentan un gran volumen. Cuando descargan e inician el viaje de lastre, pueden presentar problemas para el control debido al bajo peso y la alta superficie vélica.

- Presentan poca superficie vélica al viento.
- Debido a su estructura, resulta complicado encontrar posibles fugas en los tanques, lo que dificulta el mantenimiento.
- Presentan menor *Gross Tonnage* (GT) que otros tipos de buque, lo que abarata los costes portuarios y, en su caso, los del Canal de Suez.



MOSS ROSEMBERG (ESFERA)



Este sistema utiliza depósitos esféricos autosostenidos, no integrados en el casco del buque, contruidos normalmente en aluminio. El aislamiento suele formarse con PVC, Poliuretano y fibra de vidrio.

Genera una cantidad de *boil-off* similar a la tecnología de membrana y es de fácil acceso para la inspección y el mantenimiento, aunque difícilmente se produzcan pérdidas en los tanques.

Debido a su gran volumen, presentan mayor vela al viento que las otras dos tecnologías.

Pueden admitir cargas parciales (no producen efecto *sloshing*). El *Gross Tonnage* (GT) de estos buques es superior al de los otros dos tipos.

1.3.- PLANTAS DE REGASIFICACIÓN

Misión

Una planta de regasificación tiene como misión la recepción del gas natural licuado, que llega en los buques metaneros, y después de un período de almacenamiento, transformarlo a gas para inyectarlo a presión en las redes de transporte.

Asimismo, después de almacenarlo en los tanques, el GNL también puede enviarse, mediante camiones cisterna, a plantas satélite.

Proceso de regasificación

- Recepción de Gas Natural: El gas natural se recibe en fase líquida (GNL) desde las plantas de licuefacción en buques metaneros. Estos buques atracan en el muelle de la instalación y realizan la descarga mediante 3 brazos específicos para líquidos criogénicos y otro brazo de retorno de vapor. Las condiciones de proceso permiten operar actualmente con una capacidad total de descarga de GNL de hasta 4.000 m³/h por cada brazo.
- Almacenamiento de GNL: El gas natural licuado se almacena en los tanques de aproximadamente 150.000 m³ de capacidad a una temperatura de -160°C. La presión en el interior de los tanques se controla mediante los vapores que se generan por evaporación del gas natural (boil off). Estos vapores se extraen de los tanques y se recuperan mediante unos compresores que envían el boil off al relicuador para devolverlo al estado líquido y enviarlo a las bombas secundarias, que impulsan el GNL hacia los vaporizadores. Cuando por circunstancias de la planta no es posible recuperar estos vapores, se desvían a la antorcha, donde se produce una combustión controlada de los mismos.

El vapor desplazado durante la operación de llenado del tanque en tierra se envía otra vez al buque para restablecer la presión en el tanque del barco, modificada debido a la descarga.

- Vaporización y expedición: El proceso de regasificación se efectúa en los vaporizadores. Las plantas normalmente disponen de dos tipos de vaporizadores: vaporizadores de agua de mar y vaporizadores de combustión sumergida, los cuales operan en períodos de mantenimiento de los otros vaporizadores, o si fuera necesario para abastecer picos de demanda. A través de los vaporizadores de agua de mar el GNL se transforma en vapor tras ser calentado a una temperatura mayor de 0°C con el agua de mar.

En el caso del vaporizador de combustión sumergida, el GNL es calentado y vaporizado mediante un quemador sumergido en agua que utiliza como combustible el gas natural. El gas natural producido en los vaporizadores se introduce en la Red Básica de Gasoductos, previo paso por una estación de odorización y medida.

Descripción de sistemas y equipos principales

- Brazos de descarga: Deben permitir seguir los movimientos de las mareas y del barco. Se componen de un soporte, una tubería articulada, un sistema de contrapeso para el equilibrio, un sistema de racores articulados, un dispositivo de movimiento hidráulico, un acople rápido y un sistema de desacople rápido en caso de emergencia.



- Tanques de almacenamiento del GNL: En la actualidad generalmente se instalan al menos dos tanques de 150.000 m^3 de capacidad, y se deja espacio para futuras ampliaciones de capacidad de almacenamiento. La tendencia actual es construir tanques de gran tamaño, acorde con el crecimiento del tamaño medio de los buques.

Los tanques pueden ser aéreos (los más comunes) o enterrados. En la segunda modalidad, se construyen de tamaños mayores (hasta 200.000 m^3). La duración de la construcción es de aproximadamente 30 meses.



Las funciones que debe cumplir un tanque de almacenamiento son:

- Retención del líquido
- Estanqueidad del gas
- Aislamiento térmico
- Seguridad del entorno



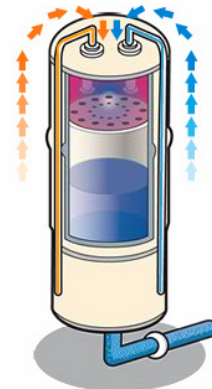
Además, el almacenamiento debe regular las discontinuidades de la carga / descarga de buques, permitiendo un tasa estable de producción.

Construcción: Estos estanques tienen un sistema de dos compartimientos, el principal de acero níquel y aluminio, diseñado para contener el GNL a bajas temperaturas, y el secundario de hormigón, concebido para asegurar que cualquier eventual filtración sea contenida y aislada. Las instalaciones de almacenamiento emplean sistemas de monitoreo avanzados para detectar inmediatamente derrames, filtraciones o fuego de gas líquido o gaseoso que veremos más adelante.

La presión de trabajo normal de los tanques puede oscilar entre 100 mbar (normal) a 250 mbar (máximo).

- Compresores de gas de evaporación (*boil-off*): El *boil-off* que se genera en los tanques de almacenamiento puede enviarse al relicuador o bien a la unidad de gas combustible. Para dirigirlo a cualquiera de estos destinos se utilizan compresores criogénicos, denominados compresores de *boil-off*.

- Relicudador: El relicuador es un recipiente donde se mezcla el gas de *boil-off* con el GNL impulsado por las bombas primarias. Gracias a esta mezcla se convierte en líquido todo el *boil-off*. De esta forma se logra aprovechar todo el gas natural almacenado. El vapor de los compresores de *boil-off* se condensa por efecto del contacto en contracorriente con la corriente de GNL de las bombas primarias (las que están dentro de los tanques de GNL). El relicuador funciona a una presión de alrededor de 7 bar.



- Vaporizadores: Los equipos que vaporizan al GNL pueden utilizar el calor contenido en el agua de mar ("Vaporizadores de Agua de Mar") o bien parte del gas de *boil-off* como combustible para generar el calor necesario para la vaporización ("Vaporizadores de Combustión Sumergida").

- Bombas primarias: Las bombas primarias son las que están sumergidas en los tanques de almacenamiento.

El GNL es un buen dieléctrico y puede utilizarse como lubricante y refrigerante, por lo que es posible sumergir la bomba y su motor en el mismo depósito.

Los tanques de almacenamiento no tienen tuberías de salida por la parte inferior. Las bombas pueden sacarse del tanque y cambiarse sin interrumpir la explotación del mismo. La boca de salida es por el mismo conducto de impulsión hacia la zona superior del tanque. Las bombas primarias son verticales, están totalmente sumergidas (incluyendo el motor), alimentándose la corriente desde la parte superior del pozo de la bomba.

Descarga el GNL desde su posición en el fondo del pozo hasta una línea de descarga conectada a la parte superior del pozo, por encima del techo.

- Bombas secundarias: Las bombas secundarias, también denominadas de Alta Presión (AP) alimentan la corriente de GNL a los vaporizadores.

Éstas aspiran desde el relicuador, a una presión aproximada de 9 bar y la elevan hasta los 70bar. También son bombas criogénicas, verticales, y totalmente sumergidas.

El motor es solidario con la misma y totalmente sumergido en GNL dentro de la cápsula de la bomba. La lubricación de bomba y motor se consigue por el flujo de GNL a través de la bomba y el estator.

Los conductos de cables eléctricos se purgan continuamente con nitrógeno, descargándolo a la atmósfera.

1.4.- ACCIDENTES

Aunque en todos los documentos relacionados con la industria del GNL se resalta el excelente historial de seguridad desde sus inicios hasta la actualidad, a continuación se han recopilado una serie de accidentes⁵ que sirven como justificante de la importancia de los sistemas de seguridad en los buques metaneros y las plantas de regasificación debido a las características de la carga.

- En 1944, la planta de regasificación de Cleveland, Ohio, se expandió para incorporar un tanque de mayores dimensiones. La escasez del acero inoxidable durante la Segunda Guerra Mundial hizo que se comprometiera el diseño del tanque nuevo. Este presentó fallas poco después de haberse puesto en servicio, y el derrame de GNL formó una nube de vapor que llenó las calles vecinas y llenó el sistema de drenaje en donde se encendió el vapor de gas natural. El saldo del accidente fue de 128 muertes en la zona residencial continua.



- En 1965, el buque Methane Princess, mientras se desconectaban los brazos al haber finalizado la descarga, hubo un derrame en una de las válvulas causando fracturas en cubierta.
- En 1971 tuvo lugar el primer accidente documentado de “rollover”. El buque Esso Brega se encontraba descargando GNL en un puerto de Italia cuando apareció un repentino incremento en el tanque de almacenamiento de tierra. El vapor de GNL se derramó por las válvulas de seguridad del tanque causando daños menores en el techo del tanque. Afortunadamente no hubo incendio.
- En 1974, el buque Methane Progress, sufrió daños en el casco al colisionar con el fondo del puerto de Arzew (Algeria) aunque no hubo derrame de GNL y tampoco daños personales.

⁵ University of Houston, "LNG Safety and Security," October 2003. <http://www.beg.utexas.edu/energyecon>

- En 1977, de nuevo en el puerto de Arzew, un trabajador murió por congelación al fallar una válvula de aluminio por alcanzar temperaturas criogénicas. No se utilizó la correcta aleación de aluminio al reemplazar la válvula. Hubo fuga de LNG pero no hubo nube de vapor.
- En 1977, el buque LNG Aquarius, durante el proceso de carga, sufrió derrame de GNL debido al sobrellenado de los tanques de carga. Afortunadamente, el derrame no causó daños materiales en el buque.
- En 1979, en la planta de regasificación Columbia Gas LNG Terminal, en Maryland (EE.UU), una explosión ocurrió dentro de una sub-estación eléctrica causando la muerte de un trabajador e hiriendo otro de gravedad. El GNL filtró a través del sello eléctrico de la bomba de GNL, se vaporizó y pasó 60m por el subsuelo a través de conducto eléctrico introduciéndose en la sub-estación. Como nunca se había estimado la posibilidad de GNL en el edificio, no había ningún tipo de detectores de gas. Los arcos normales de contacto de los interruptores magnetotérmicos hicieron de foco de ignición de la mezcla de gas natural y aire que se había formado creando una explosión que mató a un trabajador e hirió a otro de gravedad.
- En 1979, el buque Mostefa Ben-Boulaid, durante la descarga sufrió una fuga en una de las válvulas del *manifold*⁶ ocasionando daños en cubierta y derrame de GNL.
- En 1979, otra fuga de GNL a través de una válvula durante el proceso de descarga, fracturó la tapa de uno de los tanques del Pollenger.
- En 1980, el buque LNG Taurus sufrió una varada a la entrada del puerto. Los tanques de lastre se inundaron y el buque se escoró. La varada ocasionó grandes daños en el fondo del buque.
- En 1985, el buque Isabella sufrió un fallo durante la descarga en una de las válvulas de carga, provocando derrame de GNL en cubierta, fracturándola.
- En 1989, durante la carga de GNL, el buque Tellier provocó el derrame de GNL ya que los cabos de amarre se rompieron causando daños en el casco y en cubierta.

⁶ Conjunto de conexiones y bridas

2.- OPERATIVIDAD EN LA INTERFAZ BUQUE-TERMINAL

Tras la visita al Puerto de Barcelona para presenciar la descarga del buque LNG Rivers en la Planta de Regasificación de Enagás el pasado 23 de agosto de 2008, se procede a analizar los diferentes factores que influyen en la seguridad de las descargas de GNL.

2.1.- COMPATIBILIDAD BUQUE-TERMINAL

Para poder garantizar una descarga segura de GNL, el primer paso a realizar, y antes de establecer los diferentes sistemas de seguridad en el pantalán de descarga, es elaborar un estudio de compatibilidad entre el buque y el terminal.

A continuación se detallan las principales características de la planta de Enagás en Barcelona, en relación a puerto y buque:

Principales características del puerto y del buque:

Nombre: Atraque para metaneros de 140.000 m³ GNL.

Tipología:

- Estructura de atraque y plataforma de carga: muelle vertical de cajones de hormigón armado.
- Estructura de amarre: duques de alba formados por cajones de hormigón armado.

Calado máximo del puesto de atraque: 14 m respecto al nivel mínimo extremal de las aguas.

Máxima altura permitida para la superestructura del buque: No limitada.

	Buque máximo	Buque mínimo
Capacidad (m3)	140.000	29.500
LOA (m)	300	181,5
Lpp (m)	285	172
B (m)	49	29
Puntal	27	16,5
Calado máximo	12,5	8,85
Calado en lastre	9,4	5,7
Tonelaje de peso muerto (TPM)	72.000	15.000
Desplazamiento (tn)	102.000	20.800
Registro bruto (tn)	110.000	25.000



Este estudio de compatibilidad resulta útil ya que el Terminal puede descartar aquellos buques que no se encuentren dentro de los parámetros de dimensionamiento establecidos antes de que inicien el viaje con lo que le permite al cargador cambiar de buque o cambiar el puerto de destino. De este modo se garantiza que una vez el buque llegue al puerto de destino se podrá realizar la descarga con seguridad. Así se evitan varadas por exceso de calados o que el manifold del buque no se encuentre centrado con los brazos de descarga del Terminal.

2.2.- SISTEMAS DE SEGURIDAD DEL BUQUE METANERO

Las medidas para proteger al público de accidentes imprevistos o de catástrofes naturales que podrían inadvertidamente liberar GNL pueden clasificarse en dos categorías:

Preventivas: diseñar dispositivos para prevenir y evitar accidentes.

Correctivas: medidas para minimizar, mitigar o eliminar los problemas en caso de que ocurran.

- Los siguientes sistemas de seguridad son requisitos obligatorios de diseño y construcción en los buques metaneros impuestos por la Organización Marítima Internacional a través del Código IGC (International Gas Code):

Doble casco

Todos los buques, independientemente de la tecnología de almacenamiento que utilicen, deberán ser diseñados con doble casco y doble fondo para proporcionar protección en caso de colisión y así evitar el derrame de GNL.

Separación de los tanques de carga y el sistema de tuberías

Se requiere una separación estructural entre los tanques de carga y otros espacios, así como en las tuberías de carga frente a otros sistemas de tuberías. Entre otras razones, este requisito ayuda a mantener cualquier fuga de GNL fuera del alcance de fuentes de ignición y evita que la carga sea bombeada a través de otros sistemas de tuberías.

Accesibilidad

Independientemente del tipo de tanque utilizado, estos deben estar contruidos como mínimo para que un lado del tanque sea visible y accesible para inspección. De este modo, se pueden realizar inspecciones periódicas para verificar la integridad del tanque y buscar inicios de corrosión y/o estrés.

Detectores de fugas

Se instalaran detectores de gas y sensores de baja temperatura en los espacios de carga para detectar posibles fugas de GNL vaporizado.

Requisitos de los tanques de carga

Los tanques deben ser contruidos con materiales que resistan las temperaturas de la carga y con sistemas de válvulas de escape a la atmósfera para evitar el exceso de presión.

Análisis estructural

Se debe realizar un análisis de los sistemas de contención de la carga, así como especificar los límites de estrés para cada tanque.

Contención secundaria y gestión térmica

Se requiere una contención secundaria parcial para contener cualquier posible derrame y evitar que el líquido criogénico contacte con el interior del casco. De este modo se previene el estrés térmico. Los materiales más comúnmente usados como *aislantes* de la carga incluyen el poliuretano, la espuma del cloruro de polivinilo y “perlite”.

Construcción del tanque y ensayos

Cada tanque deberá ser contruido bajo estrictos estandares de calidad. Se realizaran ensayos no destructivos en todas las soldaduras del tanque y un test de presión antes de bombear la carga a bordo.

Válvulas de cierre de emergencia

Se precisará de un sistema de control de cierre de la transferencia de la carga y vapor en caso de emergencia. Este sistema debe estar diseñado para poder ser activado, como mínimo, desde 2 posiciones distintas a bordo y activarse automáticamente en caso de incendio a bordo.

Al mismo tiempo, el sistema de control para las válvulas de cierre de emergencia estará provisto de elementos fusibles de un tipo tal que se fundan a cualquier temperatura comprendida entre 98 y 104°C, lo cual hará que las válvulas de cierre de emergencia actúen en caso de incendio en la sala de control de la carga.

Sistemas de ventilación

La apropiada ventilación de la carga será instalada para mantener el GNL bajo la presión de diseño del tanque y evitar así el uso continuo de las válvulas de escape a la atmósfera.

Sistemas de protección del vacío

Se requiere la instalación de válvulas de descarga a la atmósfera en el caso de que la carga de GNL fuera bombeada sin proporcionar vapor de retorno adecuadamente.

Sistemas Contra Incendios

Todos los buques metaneros deberán tener un sistema principal de agua salada para luchar contra cualquier incendio a lo largo del buque. Se dispondrá de sistemas fijos de extinción con polvo seco químico y sistemas de CO₂ en las áreas de carga y sala de compresores, respectivamente.

Instrumentación de los tanques de carga

Cada tanque de carga estará equipado con un sistema integral de instrumentación/alarma que notifique a la tripulación posibles fugas a través de detectores de gas y sensores de temperatura; niveles del líquido del tanque, temperaturas y presiones. Estos sistemas proporcionan diferentes capas de protección contra la liberación de la carga ya sea por el mal funcionamiento del equipo o por un error humano. (Ver Apéndice 2)

Sistemas adicionales de detección de gas

Se requiere la presencia de sistemas de detección de gas y alarmas en aquellos espacios donde se encuentra la carga, incluido los espacios para los compresores, espacios donde se encuentre combustible, y otros espacios con posibilidades de contener la carga vaporizada. Al conectarse con el sistema en tierra, los sistemas de instrumentos y de transferencia de GNL de costa a buque actúan como un solo sistema, permitiendo paros de emergencia del sistema completo desde el buque y desde la costa.

Sistema de paro de emergencia (ESD)

Las áreas de carga/descarga del buque y el muelle estarán equipadas con sistemas de detección del vapor de GNL y sistemas de detección de incendios que automáticamente cierran los sistemas de transferencia de la carga en caso de fuga o fuego. Estos sistemas deben poder ser operados manualmente tanto desde el buque como del Terminal.

Radar y posicionamiento

Las características del equipo de seguridad para el manejo del buque incluyen sistemas sofisticados de radar y posicionamiento que permiten que la tripulación supervise la posición del buque, el tráfico y los riesgos próximos al buque. El sistema global de socorro marítimo automáticamente transmite señales cuando ocurre una emergencia a bordo que requiera de asistencia externa.

Medidores de velocidad

Los buques de GNL utilizan medidores de velocidad de acercamiento al muelle, asegurando así que no se exceda la velocidad de impacto prescrita para las defensas de los atracaderos.

2.3.- MEDIDAS DE SEGURIDAD EN PLANTAS DE GNL

Pantalán de descarga

a) Sistemas de alarma de Posicionado de los brazos de carga/descarga

Cada brazo debe tener instalado un sistema de umbrales de alarma mecánicos, dotándolos con detectores de proximidad que activan, ante detección de un límite de alarma, señales ópticas y acústicas.

b) Sistemas de control de posición del brazo

Basado en detectores de posición instalados en el brazo y en el procesado de las mediciones del sensor para calcular las coordenadas del brazo y presentarlas en una pantalla.

c) Sistema de desconexión de emergencia

El extremo del brazo debe de estar equipado con una doble válvula y un acoplamiento de desconexión de emergencia que permita soltar rápidamente el brazo del buque con el mínimo vertido de producto. El vertido procederá del volumen de producto encerrado entre las dos válvulas y deberá ser mínimo. Dicho sistema debe de estar equipado con un dispositivo que impida el exceso de presión debido a la dilatación térmica del producto encerrado entre las dos válvulas.

Asimismo, en caso de incendio, el sistema debe conservar su estado de funcionamiento a 1000°C durante 1,5 minutos y durante 10 minutos en el caso de un incendio a 350°C.

d) Desconexión de emergencia en caso de fallo eléctrico completo (PERC-Powered Emergency Realese Coupling)

Una válvula manual instalada en cada brazo debe permitir la desconexión del brazo utilizando la presión hidráulica del grupo acumulador, para la retirada total de todos los brazos del conjunto a una zona segura.

e) Línea de retorno de vapores

En operaciones de carga/descarga a barco para evitar la generación de vacío, con el consiguiente riesgo de atmósfera explosiva, en tanques de GNL del barco y de la terminal.

f) Piscina de recogida de derrames en pantalán.

g) Hidrantes/monitores

Se instalarán monitores de agua-espuma de gran capacidad y accionamiento remoto situados sobre plataformas en la línea de atraque. Se instalarán como mínimo 4 hidrantes con conexiones para mangueras.

h) Sistemas fijos de extinción con Polvo Seco Químico

Sistemas fijos de polvo químico seco con mangueras manejables a mano para cubrir el área que queda por debajo de los brazos de descarga de GNL.

i) Sistemas portátiles de extinción con Polvo Seco Químico

Zonas de carga y descarga del muelle.

j) Cortinas de agua

Se colocan frente a la plataforma de los brazos de descarga de forma que se separe el área del embarcadero⁷ y el buque y en caso de derrame de GNL proteger el casco del buque evitando posibles fracturas.

k) Sistema de agua pulverizada

Sobre la plataforma de válvulas del jetty.

l) Detectores de gas

En la zona de descarga de GNL, en el recorrido de las tuberías de descarga y en la plataforma de válvulas.

⁷ Área conocida como Jetty

m) Detectores de llama

Se instalarán en la zona de descarga de GNL, en el recorrido de las tuberías de descarga y en la plataforma de válvulas, en la zona alta de los brazos de descarga, y dirigidos hacia el manifold del buque.

n) Sistema de seguridad

Se realizará una conexión entre el sistema contra incendios de la planta y el embarcadero que cumpla las condiciones “ship to shore”.

o) Extintores portátiles

Se situarán extintores portátiles de polvo seco para apagar pequeños incendios de las balsas de retención.

p) Conexión internacional de agua C.I. con el buque

Obligatoria de acuerdo con el SOLAS.

Tanques de GNL

a) Protección contra la presión

El tanque de GNL debe de estar equipado como mínimo con dos válvulas de seguridad de sobrepresión que descarguen directamente a la atmósfera.

En aquellos casos en los que una emisión de vapor en una situación de emergencia de lugar a situaciones indeseables, hecho que deberá confirmarse mediante un análisis de riesgo, la descarga de las válvulas debe realizarse a la red de antorcha o al sistema de venteo.

b) Protección contra el vacío

Debe impedirse que el tanque adquiera presión negativa, más allá del límite admisible, parando a tiempo de forma automática las bombas y compresores. Asimismo, deben disponer de dos sistemas de rotura de vacío, un sistema de inyección de gas o nitrógeno que debe acutar en primer lugar, y dos válvulas de descarga de vacío, con válvula de 3 vías y válvulas de bloqueo para el mantenimiento de las mismas, que permitan la entrada de aire en el tanque. Dado que la introducción de aire puede provocar una mezcla inflamable en el interior del tanque, este dispositivo de seguridad debe actuar como último recurso con el fin de evitar daños permanentes al tanque.

c) Dispositivos anti-inversión (anti “rollover”)

Con el fin de evitar la inversión se debe disponer de sistemas que permitan el llenado, en función de la calidad del GNL, bien desde el techo o por la parte inferior mediante una tubería que vaya hasta el fondo del tanque, así como de sistemas de recirculación, de sistemas de control de la velocidad de evaporación y de mediciones de temperatura y densidad en el tanque.

d) Sensores de temperatura

Los tanques de GNL deben disponer de sensores de temperatura, con señal y alarma en la sala de control. La cobertura de los sensores debe ser suficiente para asegurar que se detecta cualquier fuga y que se vigila el gradiente de temperatura.

e) Sensores de nivel

Los tanques de GNL deben disponer de dispositivos de medición de nivel independientes, que permitan la medición continua del nivel, por lo menos desde dos sistemas independientes, con alarmas de alto y muy alto nivel, y que permitan la configuración de enclavamiento de parada de las bombas de alimentación por señal de muy alto nivel independiente de las anteriores.

f) Sensores de presión

Los tanques de GNL deben disponer de sensores que permitan la medición continua de la presión, la detección de una presión muy elevada o de una presión muy baja o vacío, mediante instrumentación independiente a la medición continua.

g) Conexiones del tanque por las que circula líquido

Dichas conexiones deben disponer de válvulas de cierre automático ante exposición a fuego, de una válvula de cierre rápido de accionamiento remoto y de una válvula antirretorno en las conexiones de llenado.

h) Detección de fugas del contenedor primario

En todos aquellos tanques en que el espacio de aislamiento no esté en comunicación con el contenedor primario, se debe disponer de un sistema para la circulación de nitrógeno dentro del espacio de aislamiento. En este caso, se puede controlar la estanqueidad del contenedor primario mediante la detección de hidrocarburos en la purga de nitrógeno.

i) Zona de contención o cubeto

El tanque de GNL debe disponer de una zona de contención destinada a recoger posibles derrames de líquido. El cubeto puede ser de tierra o hormigón y los muros del mismo estarán situados a una distancia superior a 6m del tanque.

Sistema de tuberías de GNL

a) Válvulas de corte

Los sistemas de tuberías deben disponer de válvulas de corte para limitar el volumen descargado de GNL en caso de roturas o fugas, así como un dispositivo que impida el exceso de presión debida a la dilatación térmica del producto encerrado entre dos válvulas.

b) Diseño de las tuberías

Las líneas de GNL deben estar diseñadas para las máximas expansiones y contracciones esperables debido a cambios de temperatura. En este sentido, debe tenerse en cuenta el cambio de temperatura debido a fugas.

Vaporizadores de GNL

a) Válvulas de corte

Cada vaporizador debe estar dotado de válvulas de corte, en la parte caliente y en la línea de GNL, con control remoto y pulsador local situado a una distancia de 15m.

b) Protección contra la presión

Los vaporizadores de GNL deben estar equipados con una válvula de seguridad de sobrepresión que descargue directamente a la atmósfera. En aquellos casos en los que una emisión de vapor en una situación de emergencia dé lugar a situaciones indeseables, hecho que deberá confirmarse mediante un análisis de riesgo, la descarga de las válvulas debe realizarse a la red de la antorcha o al sistema de venteo.

2.4.- PROCEDIMIENTO DE DESCARGA SEGURA DE BUQUES METANEROS

PROCEDIMIENTO DE DESCARGA

Aspectos Importantes antes de la Descarga

a) **Envío Información** del Buque/Usuario al Operador del Terminal (Antes de la partida). Cuando el Buque parta del puerto de carga informará al Operador del Terminal por correo electrónico / fax de lo siguiente:

- Fecha y hora de partida.
- Día y Hora estimada de llegada (E.T.A.⁸) al puerto de descarga.

Por su parte, el Usuario, una vez finalizada la carga de GNL, notificarán al Operador del Terminal el origen, calidad y cantidad del cargamento, por medio de los Certificados de Cantidad y Calidad en puerto de origen.

b) **Comunicación Buque-Operador del Terminal.**

Tan pronto sea detectada, el Capitán del Buque dará parte de cualquier circunstancia que surja y que pueda variar el E.T.A. programado.

Todos los cambios operativos realizados a bordo y/o en el Terminal de GNL que puedan afectar a las operaciones de descarga se comunicarán por correo electrónico o fax tan pronto como sea posible.

La comunicación Terminal-Buque debe ser continua, debiendo existir medios de comunicación de reserva en caso de fallo.

El idioma usado en la comunicación será acordado entre ambas partes, pudiendo ser el Español o el Inglés.

c) **Envío Fax/e-mail** al Operador del Terminal (24h antes de la llegada). El buque indicará mediante fax o correo electrónico al Operador del Terminal el E.T.A, 24 horas antes de la llegada del buque al punto de abordaje del práctico.

d) Operaciones para garantizar los **parámetros de Presión y Temperatura** adecuados previos a la descarga.

Prevía entrada al puerto, el Buque habrá realizado las operaciones pertinentes para garantizar que los parámetros de presión en tanques y temperatura en las líneas y el manifold de descarga del Buque no requieran el venteo de gas a atmósfera, de manera que la descarga se desarrolle de manera ágil y eficiente, evitando retrasos.

⁸ Estimated Time of Arrival

e) Operaciones de amarre.

El amarre del buque se realizará bajo las instrucciones del Capitán del Buque asistido por el práctico⁹, siempre conforme a la configuración de amarre consensuada en el estudio previo de compatibilidad del buque.

El acceso al Buque se hará de manera segura, una vez que el mismo se encuentre amarrado adecuadamente y el Capitán lo haya autorizado.

Antes de iniciar la descarga, se efectuarán las comprobaciones necesarias que aseguren que el sistema de comunicación funciona correctamente.

f) Reunión previa al comienzo de operaciones.

Se celebrará un pre-meeting entre el Buque y el Operador del Terminal, en la que se fijan los parámetros y condiciones de descarga (rampa de enfriamiento, secuencia de arranque de bombas, gas de retorno, etc.), y en la que se realiza una serie de comprobaciones de Seguridad Buque-Terminal (*Ver apartado 2.5*). Dicho listado, el cual analizaremos más adelante, permite comprobar que todos los sistemas de control, emergencia, cierre y sistemas de alarma funcionan correctamente.

Operaciones previas a la descarga

- a) Se habrá procedido al enfriamiento de la línea de descarga. (temperatura tan próxima como posible a los -160°C)
- b) Se habrá alineado el circuito de descarga, y abierto las válvulas tipo MOV correspondientes a los tanques sobre los que se efectuará la descarga.
- c) Se habrán conectado los brazos de descarga de GNL y el brazo de retorno de vapores.
- d) Se habrá comprobado que tanto los sistemas de comunicación como de parada de emergencia (ESD) entre la Sala de Control del Buque y la Sala de Control del Terminal, funcionan correctamente.
- e) Se habrá procedido a la toma de niveles y datos del buque por parte del Jefe de Turno del Terminal y del Oficial de Carga en presencia de un inspector independiente. (*Ver Apéndice 3*)

⁹ www.barcelonapilots.com

Enfriamiento de los brazos de descarga

- a) Se abrirá totalmente el by-pass de los brazos de descarga (líquido).
- b) De Sala de Control de la Terminal se solicitará al Buque el inicio del bombeo de GNL a pequeño caudal, mediante una bomba específica para el enfriamiento o mediante la recirculación en el buque del GNL sobrante, si se emplea una bomba de caudal superior al preciso para el enfriamiento.

Operaciones de descarga

- a) Una vez finalizado el enfriamiento de los brazos, se procederá a la apertura de las válvulas tipo cuchilla XV y cierre de sus by-passes.
- b) Sala de Control de la Terminal solicitará al Buque el inicio del bombeo de GNL efectuando incrementos de caudal, a medida que la presión en tanques de tierra lo permita, siendo el caudal máximo de descarga de 11.000m³/h y 3kg/cm², la presión máxima.
- c) Durante la descarga, el Buque podrá solicitar a Sala de Control de la Terminal, el envío de gas de retorno a una presión máxima de 200mbar, con un caudal regulable en cantidad y temperatura y acorde con el caudal de GNL descargado.

Operaciones al finalizar la descarga

- a) Una vez finalizada la descarga, se procederá a cerrar las válvulas tipo cuchilla XV y a presurizar los brazos con nitrógeno a 3kg/cm².
- b) Se solicitará al Buque la apertura de sus válvulas, con objeto de vaciar el GNL retenido en los brazos; así mismo se repetirá la misma operación hacia un depósito de tierra.
- c) Una vez finalizada la descarga se volverán a tomar medidas de nivel de líquido en los tanques, temperatura del líquido y temperatura y presión del vapor. Estos datos junto con los tomados previos a la descarga, y la composición del GNL analizada, servirán para determinar las cantidades trasferidas desde el Buque a la Terminal.
- d) Cumplimiento de la hoja de tiempos.
- e) Una vez los brazos estén extintos de GNL se procederá a su desconexión.

Paros durante la descarga

Se parará el proceso de la descarga, bien desde el Terminal o bien desde el barco, en caso de que:

- Haya tormenta con fuerte aparato eléctrico en las proximidades del Terminal.
- El Buque tenga movimiento por causa de viento o resaca (según se especifica en cada terminal en los límites establecidos en el estudio de compatibilidad).
- El movimiento del buque haga sonar las alarmas de los brazos de descarga (se procederá a su desconexión).
- Siempre que el Operador del Terminal y/o el Capitán del Buque lo consideren necesario.

PROCEDIMIENTO SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Se establece que la comunicación entre el Buque y el Terminal se efectuará mediante un radio-teléfono (estando siempre uno en la Sala de Control del Buque y otro en la Sala de Control del Terminal), así como 2 líneas telefónicas entre el buque y la terminal (una de las cuales será del tipo HOT LINE, y la otra a través de la centralita de Planta).

En el caso de que la comunicación via radio-frecuencia no fuese posible, se entregará al buque un teléfono móvil apto para su uso en áreas clasificadas

Antes de iniciar una descarga, se efectuarán las comprobaciones necesarias de que el sistema de comunicación funciona correctamente.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE ACCESO AL PANTALÁN

El Operador del Terminal será responsable del acceso al pantalán y, en particular, su servicio de seguridad, mientras que el Buque es responsable de autorizar los permisos de acceso a bordo.

Toda persona que acceda al pantalán deberá ser identificada por el servicio de seguridad y, a petición del mismo, mostrar documentos que prueben su identidad. Se negará el acceso a esta área a cualquier persona que no este debidamente documentada. Todo acceso al pantalán será anotado en los formularios dispuestos a tal efecto, indicando la hora de entrada y salida. El servicio de seguridad inspeccionará todo paquete que acceda al pantalán y, si es necesario, podrá requerir su examen a través del escáner de rayos X.

Antes de la llegada del Buque, los oficiales del mismo o su agente consignatario proporcionarán una lista de todas las personas autorizadas a subir a bordo. La lista incluirá:

- Personal del Consignatario .
- Personal y/o equipo de las compañías provisionistas.
- Miembros de la tripulación que embarcarán.
- Personal de la compañía armadora.



A la llegada del Buque, el consignatario proporcionará, además, una lista de la tripulación, que se identificará ante el servicio de seguridad cuando entren o salgan del pantalán.

Si, por alguna razón, una persona no incluida en la lista deseara visitar el Buque, deberá obtener una autorización previa del Capitán o de cualquier oficial a bordo. En tal caso se exigirá que el visitante sea acompañado desde la entrada principal del pantalán por una persona del Buque.

PROCEDIMIENTO EN CASO DE EMERGENCIA

En situación de emergencia en el Buque y/o en el Terminal se actuará de acuerdo con el Plan de Emergencia previsto para estos casos, el cual deberá estar en línea con la guía de referencia ISGOTT “Internacional Safety Guide For Oil Tankers and Terminals” elaborada por SIGTTO “Society of Internacional Gas Tanker and Terminal Operators Ltd”.

Si se produjera una situación de emergencia que afectara a las instalaciones del Terminal pero no a la operación del buque, la sala de control del Terminal notificará al Buque la situación, con el objeto de detener la descarga.

Si la emergencia afectara a las operaciones de descarga, se llevarán a cabo inmediatamente las siguientes acciones:

- Activar el ESD (Parada de emergencia/Shut-down).
- Notificar la emergencia a la sala de control del Buque.
- Activar las medidas de lucha contra incendios (en el caso de que no hayan sido activadas automáticamente).
- Activar el Plan de Emergencia Interior. A partir de este momento, el Operador del Terminal personalmente informará al Buque y, conjuntamente con el Capitán del barco, coordinará las acciones necesarias, manteniéndose en todo momento en contacto con las Autoridades Portuarias.

- **Respuestas ante una emergencia**

a) En caso de fuego en el barco o en las bridas de conexión: Si el fuego aparece en la cubierta del buque, se aplicarán el siguiente procedimiento:

- Detener la descarga y activar el ESD (en caso de que no se haya activado automáticamente).
- Informar de la localización del fuego.
- Activar los sistemas de extinción.
- Se activará el Plan de Emergencia Interior.

El Capitán coordinará las operaciones de lucha contra incendios en el Buque, pudiendo solicitar del Operador del Terminal que ponga a su disposición los medios de lucha disponibles en el Terminal.

b) En caso de fuego en el pantalán:

Si se produjera fuego en el pantalán, cesará inmediatamente cualquier operación, incluso de descarga (en caso de que no se haya detenido automáticamente). Inmediatamente, se establecerá contacto con el Buque y se activará el Plan de Emergencia Interior.

c) En caso de fuga de GNL a bordo:

Si ocurre una fuga de GNL en la cubierta, el Capitán coordinará todas las operaciones de emergencia en el Buque, pudiendo solicitar del Operador del Terminal que ponga a su disposición los medios de lucha disponibles en el terminal. El Terminal será notificado acerca del incidente.

d) En caso de fuga de GNL en el pantalán:

Si se produce una fuga en el pantalán, incluidas las bridas de conexión, todas las operaciones de descarga se detendrán inmediatamente, y se activará el ESD, si aún no se ha activado de forma automática. Se notificará al Buque adecuadamente.

Si la fuga de GNL afectara a la estructura del Buque, se activarán los sistemas de ayuda para intentar que la estructura no se vea afectada por la fuga.

Si la fuga de GNL afectara a la estructura del pantalán, se activarán los sistemas necesarios para evitar que se produzcan daños.

- **Salida del punto de atraque en condiciones de emergencia**

La salida del Buque del punto de amarre la decidirán conjuntamente el Capitán y la Autoridad Portuaria, teniendo en cuenta que ello no implique un riesgo mayor para el Buque o para el Terminal. Si el Buque tiene que realizar necesariamente una salida de emergencia, el Capitán requerirá del Operador del Terminal -si no hay tiempo suficiente para desconectar por los procedimientos usuales- activar el PERC (Powered Emergency Realese Coupling) manualmente para que el Buque pueda salir rápidamente.

- **Ayuda adicional para asegurar el amarre**

Si el Buque está amarrado conforme a la configuración básica de amarre, no hay ninguna condición predecible que pudiera llevar a la necesidad de ayuda adicional.

No obstante, el Capitán del Buque podrá solicitar la ayuda de un remolcador adicional que asegure el amarre del Buque al pantalán en condiciones de seguridad, en los casos que así se requiera. Para tal efecto el Buque dispondrá de sendos cables de remolque, uno a proa y otro a popa al ras del agua, al objeto de que puedan ser tomadas fácilmente por los remolcadores. El Operador del Terminal podrá suspender la descarga en caso de que las condiciones no se restablezcan.

- **Otros aspectos**

El Terminal deberá tener instalada una estación meteorológica en la que se registren los datos referentes a la velocidad y dirección del viento así como datos de temperatura y humedad. Se recabará información sobre las previsiones meteorológicas de tal forma que en caso de un serio empeoramiento de las mismas se determine si se detiene o no la descarga.

2.5.- COMPROBACIONES DE SEGURIDAD BUQUE-TERMINAL

Tal y como se menciona en el apartado 2.4, antes de iniciar la descarga se realiza un *pre-meeting* también conocido como *safety meeting* entre el primer oficial del buque y el jefe de turno del terminal donde se comprueban una serie de medidas de seguridad las cuales se deben mantener durante todo el proceso de descarga.

Dependiendo de la compañía que haya fletado el buque, algunas veces estas comprobaciones deben de ser revisadas cada cierto intervalo de tiempo con el operador del terminal a lo largo de la descarga.

Algunas de las medidas o sistemas de seguridad se han tratado previamente en los puntos anteriores. Sin embargo, se ha decidido introducirlos de nuevo para obtener un amplio *safety checklist* el cual se podría llevar a cabo en términos generales en cualquier terminal portuaria del mundo.

- El buque debe estar amarrado con seguridad. Debido a la gran eslora de los buques metaneros, normalmente se utilizan tres remolcadores para atracar el buque con total seguridad.
- El acceso entre el buque y el terminal ha de ser seguro. Para garantizar una salida lo más rápida posible del buque en condiciones de emergencia, será el terminal quien facilite la pasarela para acceder a bordo.
- El buque debe estar listo para maniobrar por sus propios medios.
- A bordo debe de haber personal de guardia efectivo y adecuada supervisión en la terminal y en el buque.
- Se establece un sistema operativo de comunicaciones entre el buque y tierra.
- Han de describirse y entenderse perfectamente las señales de emergencia a utilizar en el barco y en el muelle.
- Se establecen los procedimientos de manipulación de la descarga, toma de combustible y lastrado. Durante el proceso de descarga, el buque no podrá recibir combustible a través de la gabarra del puerto, ni cargar o descargar recipientes a presión.
- Se deben cumplir las normas de seguridad específicas del Reglamento del Puerto (metaneros)
- Se establecen los procedimientos de parada de emergencia.
- Las mangueras y equipo contra incendios a bordo y en tierra deben estar dispuestas para ser usadas
- Los imbornales deben estar tapados y colocadas en su lugar a bordo y en tierra, las bandejas de recogida de drenaje de las mangueras

- Las líneas de carga y tomas de combustible que no se usen, incluidas la línea de descarga de popa o proa, dependiendo por que lado se realizará la descarga, deben estar tapadas con bridas ciegas.
- Las válvulas de toma de mar y de descarga del costado deben estar cerradas (cuando no se usen)
- Todas las tapas de los tanques de carga y combustible deben permanecer cerradas
- Las linternas deben ser de un tipo aprobado, igual que los equipos portátiles de VHF/UHF
- Las antenas del transmisor principal del buque deben estar puestas a tierra y el radar desconectado.
- Los cables del equipo eléctrico portátil deben estar desconectados de la red
- Las puertas y portillos de acomodación de la tripulación que dan al exterior (en el centro) deben estar cerradas.
- Las puertas y portillos exteriores orientados a cubierta de tanques de carga (acomodación a popa) deben estar cerradas
- Las tomas exteriores del aire acondicionado deben permanecer cerradas
- Las unidades de aire acondicionado tipo ventana deben estar desconectadas
- Se cumplen las instrucciones relativas a la prohibición de fumar
- Se observan las instrucciones relativas al uso de la cocina y aparatos para cocinar
- Se cumple la prohibición de usar luces de llama desnuda
- Se debe prever la posibilidad de escape en caso de emergencia
- Debe existir a bordo y en tierra personal suficiente para hacer frente a una emergencia
- En la conexión buque/tierra deben estar colocados los medios de aislamiento eléctrico adecuados
- Hay que disponer de bandejas criogénicas debajo de las conexiones buque/terminal
- Hay que tomar medidas necesarias para asegurar una ventilación suficiente en el cuarto de bombas
- Deben acordarse los parámetros operativos para la línea de vapor conectada
- Deben haber planes para el control de incendios de emergencia del barco situados externamente
- De acuerdo con el Reglamento del Puerto, queda prohibido limpiar calderas y chimeneas dentro del recinto del mismo
- El sistema de agua pulverizada debe estar listo para su uso
- El equipo de protección (incluido el de respiración autónoma) y el traje protector para su uso debe estar disponible
- Los espacios vacíos, cuando así se requiera, deberán estar inertizados
- Las válvulas de control remoto deben estar en condiciones de operar
- Las válvulas de seguridad de los tanques deben estar alineadas al sistema de exhaustación del buque y cerrados los "by passes"

- Las bombas de carga y compresores deben encontrarse en buenas condiciones y se han preestablecido entre el buque y tierra las máximas presiones de trabajo
- El equipo de control de relacuación o gasificación debe estar en buenas condiciones
- El equipo de detección de gases debe ser el idóneo, estar disponible, calibrado y en buenas condiciones
- Las sondas y alarmas de los tanques de carga deben estar correctamente ajustadas y en buenas condiciones
- El sistema de parada de emergencia debe funcionar correctamente
- La Terminal debe conocer el tiempo de cierre de las válvulas automáticas del buque (Máx. 30seg). El buque debería tener sistemas similares al sistema de tierra
- La sala de compresión debe estar perfectamente ventilada
- La sala del motor eléctrico está correctamente presurizada y funciona el sistema de alarma
- Las válvulas de seguridad del depósito de carga deben estar ajustadas correctamente y los valores reales del ajuste de las válvulas deben presentarse con claridad

3.- ORGANISMOS DE CONTROL

Aunque no es el objeto de este documento, en este apartado se muestran las diferentes normativas existentes, tanto internacionales como a nivel nacional, encargadas de regular la industria del GNL, desde la construcción de los buques hasta el transporte y manipulación de la carga.

- **IMO Gas Code (IGC). Código Internacional para la Construcción y Equipamiento de buques transportadores de gases licuados a granel.**

La finalidad del código CIG es sentar una norma internacional para la seguridad del transporte marítimo a granel de gases licuados estableciendo las normas de proyecto y construcción de los buques destinados a dicho transporte y el equipo que deben de llevar con el objetivo de reducir al mínimo los riesgos para el buque, la tripulación de este y el medio ambiente, teniendo en cuenta la naturaleza del producto transportado.

Como hemos analizado en los puntos anteriores, los derrames de producto pueden dar lugar a la evaporación y dispersión del GNL y en algunos casos provocar la fractura por fragilidad del casco del buque.

La tecnología del proyecto de buques gaseros no sólo es compleja sino que además evoluciona rápidamente, lo que hace que el Código no deba permanecer inmutable.

La organización estudiará más adelante otros aspectos importantes de la seguridad en el transporte de GNL, como son la utilización, control de tráfico y manipulación en puerto.

- **SIGGTO (Society of International Gas Tanker and Instalation Operators)**

SIGGTO es una asociación de 159 empresas que agrupa el 95% de transporte y terminales de GNL en el mundo la cual ha elaborado un documento en referencia a los principios de manejo del gas licuado en buques e instalaciones.

- **ISPS (International Ship and Port Facility Code)**

El código mencionado, forma parte como capítulo XI-2 del convenio internacional SOLAS el cual debió ser enmendado con el fin de incorporar el capítulo señalado.

La elaboración del Código ISPS, fue aprobada en la asamblea de la O.M.I. celebrada en noviembre del 2001, y en ella se concordó por unanimidad que por los hechos acontecidos el 11 de septiembre, debían tomarse nuevas medidas en cuanto a seguridad, tanto para buques como para las instalaciones portuarias.

Debido a las características del producto, tanto los buques metaneros como las plantas de regasificación, son un blanco claro para terroristas. Aunque el presente estudio está enfocado a

los sistemas de seguridad utilizados en la descarga de GNL, no cabe la menor duda que un ataque terrorista durante el proceso de descarga supondría una gran amenaza a la seguridad del buque y a sus alrededores.

El Código ISPS tiene los siguientes propósitos:

- Establecer un marco internacional que canalice la cooperación entre gobiernos, organismos gubernamentales, administraciones locales y sector naviero y portuario a fin de detectar las amenazas a la protección y adoptar medidas preventivas contra sucesos que afecten la seguridad del buque o instalación portuaria utilizadas para el comercio internacional.
- Definir las funciones y responsabilidades respectivas de los gobiernos, administraciones navieras y portuarias a fin de garantizar la protección marítima.
- Garantizar que exista información permanente y eficaz relacionada con la seguridad de los buques e instalaciones.
- Ofrecer una metodología que permita evaluar la protección a fin de contar con planes y procedimientos que hagan posible reaccionar a los cambios en los diferentes niveles de protección¹⁰.

- **IMO STCW (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers).**

El código STCW es un convenio internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la tripulación de los buques elaborado en 1978 por la IMO. Debido a las características del GNL, se elaboraron una serie de requisitos especiales de entrenamiento para la tripulación en buques metaneros enfocados la mayoría de ellos en la lucha contra incendios.

- **ISM Code (International Safety Management)**

El Código Internacional de Gestión de la Seguridad Marítima es una norma internacional de gestión de la seguridad operacional del buque y prevención de la contaminación, adoptado por la Asamblea de la OMI.

Los objetivos del Código ISM son:

- Garantizar la seguridad marítima y que se eviten tanto las lesiones personales o pérdida de vidas humanas, como el daño al medio ambiente marino y a los bienes.
- Establecer prácticas de seguridad en las operaciones del buque.
- Tomar precauciones contra los riesgos señalados.
- Garantizar el cumplimiento de las normas y reglas obligatorias.

¹⁰ El código establece tres niveles de protección; el nivel uno es el estado normal con mínimas medidas de seguridad; el nivel dos ocurre cuando se tienen informaciones que podría existir algún tipo de amenaza terrorista para el país, estableciéndose medidas de seguridad adicionales; el nivel tres es establecido cuando la información que se maneja permite deducir que existen amenazas concretas y en este nivel las medidas de seguridad son máximas

- **UNE-EN 1473**

Instalaciones y equipos para gas natural, diseño de las instalaciones terrestres.

- **UNE-EN 1474**

Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño y ensayo para los brazos de carga/descarga.

- **UNE-EN 1160**

Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Características generales del gas natural licuado.

- **UNE-EN 1532**

Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Interfaz entre buque y tierra.

- **R.D. 145/1989**

Reglamento de admisión, manipulación y almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos.

- **R.D. 1254/1999**

Directiva Seveso II. Medidas de control de riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

4.- ESTUDIO DE AMBIENTALIZACIÓN



A lo largo de la historia, el hombre ha buscado incesantemente fuentes de energía que le han ayudado en su desarrollo y progreso. Las fuentes de energía se dividen en dos grandes grupos: renovables y no renovables. Las fuentes de energía renovables son aquellas que se producen de forma continua y que, por tanto, son inagotables ante el consumo humano, como son la energía solar, la eólica, la hidráulica, la geotérmica y la biomasa. Las fuentes de energía no renovables son aquellas que existen en cantidad limitada y que, por tanto, una vez empleadas en su totalidad no pueden sustituirse.

Las fuentes de energía no renovable son la energía nuclear y los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural). Las fuentes de energía más usadas a lo largo de toda la historia han sido los combustibles fósiles. Sin embargo, en los últimos años aumenta la concienciación mundial en torno a la necesidad de trabajar por un desarrollo sostenible del planeta, y, consecuentemente, la tendencia es hacia la utilización de fuentes energéticas que por un lado posibiliten el desarrollo económico y social pero, a la vez, reduzcan la emisión de gases que producen el efecto invernadero, con el objetivo de combatir el cambio climático del planeta. Esto ha generado una creciente demanda de gas natural frente al resto de combustibles fósiles debido a sus características.

Cuando el GNL vaporizado se usa como combustible, la emisión de partículas se reduce a casi cero, y las emisiones de anhídrido carbónico (CO_2) se reducen en un 70% en comparación con los combustibles más pesados. Cuando se utiliza para la generación de electricidad, los resultados son aún más dramáticos. El dióxido de azufre (SO_2) virtualmente se elimina, y las emisiones de CO_2 se reducen en forma significativa. De llegar a derramarse sobre la tierra o el agua, el GNL no se mezcla ya que se evapora, disipándose en el aire sin dejar residuos. Sus componentes no se separan, ni reaccionan como otros gases de hidrocarburos, y no se considera una fuente de emisiones.



Sin embargo, el metano, ingrediente principal del GNL, se considera un gas de invernadero porque al derramarse se incrementan los niveles de carbón en la atmósfera, sumándose al problema relacionado con los cambios en el clima global.

El proceso de regasificación del GNL se reduce a un simple cambio de estado físico desde el estado líquido a la fase gas. Normalmente este cambio de estado se logra por el aporte de calor cedido desde un caudal de agua de mar captado por bombeo a un flujo de GNL que circula por unos intercambiadores denominados vaporizadores. En éstos se produce la transferencia de calor entre ambos fluidos, circulando en contra corriente. No se produce ningún elemento contaminante, retornando el agua salada al mar, convenientemente canalizada por medio de tuberías de retorno.

Aparentemente el único impacto al medio ambiente consiste en que el agua de retorno presenta 3~4 °C menos que la temperatura media del agua recogida. **Pero esta diferencia de temperatura puede causar daños graves al ecosistema de donde se extrae el agua de mar para el proceso de vaporización del GNL perjudicando seriamente a la fauna y flora marina del entorno.**

5.- CONCLUSIONES

El GNL ha sido transportado y utilizado con seguridad en el mundo durante aproximadamente 40 años. Uno de los principales factores responsable de este excelente historial de seguridad son la utilización de complejos sistemas de seguridad en los buques gaseros, los cuales se encargan de evitar accidentes y minimizar las graves consecuencias que un derrame o fuga de GNL supone durante las operaciones de descarga. Los sistemas de seguridad estudiados han alcanzado una precisión y automatización en su funcionamiento debido a las siguientes razones:

- En primer lugar, la industria ha tenido una evolución técnica que avala la operatividad de los sistemas diseñados. Los avances técnicos y operativos incluyen la ingeniería que sustenta las instalaciones de GNL, los procedimientos operativos y la competencia técnica de su personal.
- En segundo lugar, las propiedades físicas y químicas del GNL son tales que los riesgos y peligros han sido suficientemente estudiados e incorporados al diseño de los sistemas
- Finalmente, las normas, códigos y reglamentos que se aplican a la industria de GNL garantizan una mayor seguridad.

Sin embargo, nos encontramos con que la tecnología aplicada a este tipo de buques no sólo es compleja sino que además evoluciona rápidamente. Este factor provoca que para garantizar las operaciones de carga y descarga de GNL, toda la normativa, ya sea internacional o nacional, no debe permanecer inmutable. Es decir, hay que seguir realizando exhaustivos análisis de riesgos para evaluar qué sistemas de seguridad se pueden mejorar y de qué forma se puede llevar a cabo la modificación.

Todas las normativas internacionales que se han tratado en el apartado 3 del documento, en ningún punto hacen referencia a la manipulación de la carga en puerto como aspecto importante de la seguridad en el transporte de GNL. Aunque los sistemas de seguridad de los buques son completamente independientes respecto a la terminal portuaria, debería existir una normativa internacional que garantizase la seguridad de las operaciones en la interfaz buque-tierra, ya que si los sistemas de seguridad en tierra no son los adecuados debido a la inexistencia de una normativa nacional que los regule o que los requisitos de diseño y construcción de los sistemas sean muy básicos, la manipulación del GNL se convertiría en una grave amenaza para la seguridad. Este comentario se hace en referencia a la creciente demanda mundial de gas natural y con vistas a que en un futuro próximo, los países subdesarrollados también empezaran a consumir grandes cantidades de gas natural.

Otra razón por la cual se debería seguir mejorando los sistemas de seguridad para el transporte de GNL es la amenaza de una alternativa al transporte de gas licuado. Esta alternativa se basa en transportar gas natural comprimido, tecnología conocida como CNG (compressed natural gas). Las ventajas de este sistema de transporte es que no se requiere de licuefacción, almacenamiento ni regasificación, sino que se puede descargar el CNG directamente a la red de gaseoductos del país. La cadena de valor del GNL implica un elevado coste de inversión con lo que la alternativa de transporte de gas natural resulta muy atractiva para la industria. Esta amenaza al transporte de GNL debe suponer un punto de partida para seguir trabajando para garantizar unos buenos sistemas de seguridad.

6.- BIBLIOGRAFÍA

Libros de texto

- Código Internacional para la Construcción y Equipo de Buques que Transportan Gases Licuados a Granel. Edición 1993. Publicado por la Organización Marítima Internacional
- Gas and Chemical Ships Safety Handbook. Escrito por Bureau Veritas. Publicado por Lloyd's of London Press Ltd. 1986.
- Recommendations and Guidelines for Linked Ship - Shore Emergency Shut-Down of Liquefied Gas Cargo Transfer. Escrito por SIGTTO (Society of International Gas Tanker and Terminal Operators Ltd). Publicado por Witherby & Company, 1987
- Liquefied Petroleum Gas Tanker Practice. Escrito por T.W.V. Woolcott. 2ª edición. Publicado por Brown, Son & Ferguson, 1987
- Gas Natural Licuado: Particularidades de su Transporte por Mar. Escrito por Jesús Reiriz Basoco. Publicado por la Subsecretaría de la Marina Mercante.
- La seguridad en los puertos: Cómo implantar planes de protección y seguridad en instalaciones portuarias según el Código PBIP. Escrito por Ricard Marí Sagarra, Jaime Rodrigo de Larrucea, Álvaro Librán. Publicado por ICG Marge 2005.
- La Seguridad en los puertos, editorial Gestiona
- El código PBIP-1: Operatividad en la interfaz buque puerto. Escrito por Ricard Marí Sagarra. Ediciones UPC, 2006.
- The work of the harbour master and related port management functions. Escrito por David J. Sanders, Peter J.D. Russell. Publicado por The Nautical Institute (Great Britain), 1998.
- Institute for Energy, Law & Enterprise, University of Houston Law Center, "Commercial Frameworks for LNG in North America".
- International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals. Escrito por International Chamber of Shipping, Oil Companies International Forum. Publicado por Witherby, 1978.

Revistas

- The Coast Guard Journal of Safety at Sea. LNG Proceedings. Fall 2005. Vol. 2, Number 3.
- Safety at Sea International
- Puertos, Organismo público. Publicaciones 147-148.
- ISL, Shipping Statistics and market review. Volume 52 N° ½ - 2008.

Internet

- <http://www.lngwebinfo.org/pagesMain/home/default.aspx>
- <http://www.uscg.mil/default.asp>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/LNG>
- www.imo.org
- www.aenor.es
- www.enagas.com
- www.barcelonapilots.com
- www.ingenierosnavales.com
- www.broadwaterenergy.com/lng_safety.html
- <http://www.shell.com/home/content/shellgasandpower-en>
- http://lngfacts.org/marine_information/vessel_safety.html

Agradecimientos

- Marmedsa Consignataria
- Antonio Alvarez. Intertek-Caleb Brett Barcelona
- Enagas Barcelona

7.- APÉNDICES

APÉNDICE 1

El documento adjunto es el informe redactado una vez finalizada la descarga por parte del Terminal. Este informe se envía tanto al propietario de la carga como al receptor que es quien adquiere la carga en el puerto de destino.

En él se detallan los diferentes parámetros de la descarga que influyen en el cálculo de la energía total descarga; temperaturas iniciales y finales del buque, presiones, composición y propiedades del GNL, composición del *boil-off* retornado a bordo, ...

Planta de PLANTA BARCELONA

PROPUESTA

Fecha de inicio :	23/08/08	Nº de viaje :	GN-050808
Hora de inicio :	13:00	Puerto de origen :	BONNY
Fecha final :	24/08/08	Buque :	RIVERS
Hora final :	01:25	Pais origen :	NIGERIA
Puerto de descarga :	PLANTA BARCELONA		

TEMPERATURAS DE G.N.L. EN TANQUES INICIO

TANQUE	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
TEMP.°C	-159.10	-159.10	-159.08	-158.78						

TEMPERATURAS DE G.N.L. EN TANQUES FINAL

TANQUE	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
TEMP.°C	-159.50	-159.40	-159.50	-159.80						

COMPOSICION DEL G.N.L.

N2	:	0.0510
C1	:	92.8530
C2	:	4.5430
C3	:	1.9600
IC4	:	0.3340
NC4	:	0.2530
IC5	:	0.0050
NC5	:	0.0010
C6+	:	0.0000
CO2	:	0.0000
		100.000

Temp. Media Inicio (°C)	-159.01
Temp. Media Final (°C)	-159.54
Vol. G.N.L. Inicio (M3)	134,427.763
Vol. G.N.L. Final (M3)	2,146.083
Vol. G.N.L. Desc. (M3)	132,281.680

Fdo.

Planta de PLANTA BARCELONA

PROPUESTA

Fecha de inicio :	23/08/08	Nº de viaje :	GN-050808
Hora de inicio :	13:00	Puerto de origen :	BONNY
Fecha final :	24/08/08	Buque :	RIVERS
Hora final :	01:25	Pais origen :	NIGERIA
Puerto de descarga :	PLANTA BARCELONA		

TEMPERATURAS DE BOIL-OFF EN TANQUES INICIO

TANQUE	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
TEMP.°C	-138.50	-130.70	-123.40	-138.80						

TEMPERATURAS DE BOIL-OFF EN TANQUES FINAL

TANQUE	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
TEMP.°C	-135.33	-135.93	-137.33	-137.95						

COMPOSICION DEL BOIL-OFF

N2	:	1.0670
C1	:	95.2290
C2	:	2.9340
C3	:	0.5320
IC4	:	0.0990
NC4	:	0.1200
IC5	:	0.0070
NC5	:	0.0020
C6+	:	0.0100
CO2	:	0.0000
		100.000

Temp. Media Inicio (°C)	-132.85
Presion Inicio (MBAR)	1156
Temp. Media Final (°C)	-136.64
Presion Final (MBAR)	1108
Volumen Retornado (m3)	132,282
Volumen Retornado (m3(*))	289,441
Autoconsumos Buque (m3(n))	0.000

Fdo.

PROPUESTA

Planta de PLANTA BARCELONA

Este certificado indica la cantidad y calidad del gas natural licuado (G.N.L.) que ha sido descargado en el Terminal de G.N.L. de ENAGAS S.A. en PLANTA BARCELONA, por del buque RIVERS con fecha: 24/08/08.

Fecha de inicio :	23/08/08	Nº de viaje :	GN-050808
Hora de inicio :	13:00	Puerto de origen :	BONNY
Fecha final :	24/08/08	Buque :	RIVERS
Hora final :	01:25	País origen :	NIGERIA
Puerto de descarga :	PLANTA BARCELONA		

CANTIDAD DE G.N.L. DESCARGADO :

M3 G.N.L. Inicio Buque	:	134,427.763
KG G.N.L. Inicio Buque	:	60,044,446
M3 G.N.L. Final Buque	:	2,146.083
KG G.N.L. Final Buque	:	958,584
M3 G.N.L. Descargados	:	132,281.680
KG G.N.L. Descargados	:	59,085,861
kWh G.N.L. Totales	:	901,945,671

CANTIDAD DE BOIL-OFF RETORNADO :

m3(*) G.N. Retornado	:	289,441
KG G.N. Retornado	:	217,949
kWh G.N. Totales	:	3,291,230
M3 Equivalente G.N.L.	:	482.700
KG Equivalente G.N.L.	:	215,607

AUTOCONSUMOS DEL BUQUE :

Consumo de G.N. (m3(n))	:	0.000
KG de G.N.	:	0
kWh Autoconsumo	:	0
M3 Equivalente G.N.L.	:	0.000
KG Equivalente G.N.L.	:	0

ENERGIA DESCARGADA EN TERMINAL :

M3 Equivalente G.N.L.	:	131,798.980
KG Equivalente G.N.L.	:	58,870,255
kWh Descargadas	:	898,654,441

Fdo.

Planta de PLANTA BARCELONA

PROPUESTA

Fecha de inicio :	23/08/08	Nº de viaje :	GN-050808
Hora de inicio :	13:00	Puerto de origen :	BONNY
Fecha final :	24/08/08	Buque :	RIVERS
Hora final :	01:25	Pais origen :	NIGERIA
Puerto de descarga :	PLANTA BARCELONA		

MEDIA DE RESULTADO DE ANALISIS DE CROMATOGAFO:

COMPONENTE MOLAR % PROPIEDADES DEL G.N.L.

N2	0.0510
C1	92.8530
C2	4.5430
C3	1.9600
IC4	0.3340
NC4	0.2530
IC5	0.0050
NC5	0.0010
C6+	0.0000
CO2	0.0000

PESO MOLECULAR	17.4866 Kg/KMOL
DENSIDAD ESPECIFICA NORMALIZADA	0.783 Kg/m3(*)
PODER CALORIFICO DEL GAS	11.944 kWh/m3(*)
RATIO DE EXPANSION	570.456 m3(*)/M3L
DENSIDAD	446.667 Kg/M3L
PODER CALORIF. GNL/MASA	15.265 kWh/Kg
PODER CALORIF. GNL/VOL.	6,818.372 kWh/M3L
INDICE DE WOBBE	15.3530 kWh/m3(*)

* Ver condiciones abajo.

Temperatura Media del G.N.L. :	-159.01 °C
Poder Calorifico (HS) :	[0°C, V(CN)]
Indice de Wobbe :	[0°C, V(CN)]

Fdo.

Planta de PLANTA BARCELONA

PROPUESTA

Fecha de inicio :	23/08/08	Nº de viaje :	GN-050808
Hora de inicio :	13:00	Puerto de origen :	BONNY
Fecha final :	24/08/08	Buque :	RIVERS
Hora final :	01:25	Pais origen :	NIGERIA
Puerto de descarga :	PLANTA BARCELONA		

COMPOSICION DEL LIQUIDO

COMPONENTE %

N2	0.0510
C1	92.8530
C2	4.5430
C3	1.9600
IC4	0.3340
NC4	0.2530
IC5	0.0050
NC5	0.0010
C6+	0.0000
CO2	0.0000

CALCULO DE LA DENSIDAD

TEMPERATURA DEL LIQUIDO: -159.01 °C

K1= 0.000316 m3/Kmol

K2= 0.000601 m3/Kmol

DENSIDAD= NORMA UNE60555 METODO ENAGAS= 446.667
Kg/M3L**PODER CALORIFICO**

Hm= NORMA ISO6976 METODO ENAGAS= 15.265 KWh/Kg

Hv= NORMA ISO6976 METODO ENAGAS= 6,818.372 KWh/M3L

CANTIDAD ENTREGADA :

LLEGADA DEL BUQUE : 134,427.763 M3

TEMP: DEL VAPOR DESP.: -136.64 °C

SALIDA DEL BUQUE : 2,146.083 M3

PRESION ABS. DESPUES : 1,108 mbar

RECIBIDO POR BUQUE : 482.700 M3

CONSUMIDO POR BUQUE : 0.000 M3

PESO DESCARGADO :

58,870,255 Kg

Fdo.

Planta de PLANTA BARCELONA

PROPUESTA

Fecha de inicio :	23/08/08	Nº de viaje :	GN-050808
Hora de inicio :	13:00	Puerto de origen :	BONNY
Fecha final :	24/08/08	Buque :	RIVERS
Hora final :	01:25	Pais origen :	NIGERIA
Puerto de descarga :	PLANTA BARCELONA		

INICIO DESCARGA

Temp. Med. G.N.L. inic (°C) :	.....	-159.01
Densidad G.N.L. (KG/M3L) :	.....	446.667

CALIDAD DEL G.N.L.:

COMPOSICION MOLAR %:

N2	:	.....	0.0510
C1	:	.....	92.8530
C2	:	.....	4.5430
C3	:	.....	1.9600
IC4	:	.....	0.3340
NC4	:	.....	0.2530
IC5	:	.....	0.0050
NC5	:	.....	0.0010
C6+	:	.....	0.0000
CO2	:	.....	0.0000
			100.000

Poder Cal. (kWh/M3L)	:	.....	6,818.372
Peso Molec. (Kg/Kmol)	:	.....	17.4866
K1	:	.....	0.000316
K2	:	.....	0.000601
P. de Revap. (M3L/m3(*))	:	.....	0.002
I. de Wobbe (kWh/m3(*))	:	.....	15.3530

Fdo.

Planta de PLANTA BARCELONA

PROPUESTA

Fecha de inicio :	23/08/08	Nº de viaje :	GN-050808
Hora de inicio :	13:00	Puerto de origen :	BONNY
Fecha final :	24/08/08	Buque :	RIVERS
Hora final :	01:25	Pais origen :	NIGERIA
Puerto de descarga :	PLANTA BARCELONA		

Temp. Med. G.N. Inicio (°C)	:	-132.85
Temp. Med. G.N. Final (°C)	:	-136.64
Densidad G.N (KG/m3(*))	:	0.753

CALIDAD DEL BOIL-OFF:

COMPOSICION MOLAR %:

N2	:	1.0670
C1	:	95.2290
C2	:	2.9340
C3	:	0.5320
IC4	:	0.0990
NC4	:	0.1200
IC5	:	0.0070
NC5	:	0.0020
C6+	:	0.0100
CO2	:	0.0000
		<hr/> 100.000

Poder Cal. (kWh/m3(*))	:	11.371
Peso Molec. (Kg/Kmol)	:	16.8357
I. de Wobbe (kWh/m3(*))	:	14.8993

Fdo.

CARGAMENTO GN-050808

CERTIFICADO DE CANTIDAD

Este certificado indica la cantidad de gas natural licuado (G.N.L.) que ha sido descargado en la Planta de ENAGAS,S.A. de PLANTA BARCELONA, con los datos que a continuación se detallan:

BUQUE:	RIVERS
PROCEDENCIA:	BONNY(NIGERIA)
FECHA DESCARGA:	23/08/2008
CLIENTE:	GAS NATURAL COMERCIALIZADORA
VOLUMEN:	132,281.680 m3
PESO:	58,870,255 Kgs.
kWh:	898,654,441

Fdo.

APÉNDICE 2

El siguiente reporte adjunto se le conoce como el “Inspection Tank Certificate”. Este certificado de inspección aprobado por la sociedad clasificadora del buque detalla toda la instrumentación relativa al control de la carga en el interior de los tanques; niveles de líquido, temperaturas, presiones,...

HEAD OFFICE
 1-1-1 HATCHOBORI, CHUO-KU
 103-8502, JAPAN
 TEL: 03-5552-0141
 FAX: 03-5553-0633
 E-MAIL: info@nkkk.jp
BRANCHES
 ALL PRINCIPAL PORTS IN JAPAN
OVERSEAS OFFICES
 THAILAND, SINGAPORE, MALAYSIA,
 PHILIPPINES, INDONESIA, CHINA,
 NETHERLANDS, SPAIN, HONG KONG
LABORATORIES
 YOKOHAMA, OSAKA, SINGAPORE

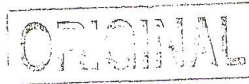


INTERNATIONAL INSPECTION & SURVEYING
 INSPECTIONS REQUIRED BY REGULATIONS FOR
 DANGEROUS GOODS, SOLID BULK SUBSTANCES AND
 NOXIOUS LIQUID SUBSTANCES
 MARINE SURVEY AND CARGO INSPECTION
 MARINE CONSULTANT
 NON-MARINE ADJUSTING
 PETRO-CHEMICAL SUPERINTENDING
 LIQUEFIED GAS INSPECTION
 CHEMICAL ANALYSIS
 TANK CALIBRATION
 SAMPLING AND TESTING
 CARGO WEIGHING AND MEASURING

Date: March 26, 2002

Certificate No. TKS 04/00(A)

ITS Certificate No.: PT2/MS0014

INSPECTION CERTIFICATE

This is to certify that we, the undersigned, did inspect the installation and the accuracy of the Custody Transfer System at the manufacturer's shop and on-board the vessel S.S. "LNG RIVERS". The Saab TankRadar G3 System was installed on board the vessel with appropriate practice and the accuracy of the Saab custody transfer system with volumetric computation were inspected satisfactorily in comply with the specification required by the parties concerned, with the following details;

1. Name of vessel : S.S. "LNG RIVERS" (Hull No. H-1295)

2. Date/place of inspection:

<u>Date</u>	<u>Place</u>	<u>Sort of Inspection</u>
Nov. 21 ~ 23, 2000	Saab Marine Electronics AB, Sweden	Specified shop test for the Saab custody transfer system
Nov. 24, 2000	Micromatic, Sonderso, Denmark	Specified shop test for the temperature sensors
Mar. 8, 2001	Utsuki Keiki, Yokohama, Japan	Specified shop test for the electric inclinometer
Mar. 11 ~ 13, 2002	HHI, Ulsan, Korea	Specified onboard test for the Saab custody transfer system as well as the function of the system

This survey/inspection has been conducted under the quality system conforming to ISO9002/JISZ9902 registered by
 NKKK which is accredited by JAB(The Japan Accreditation Board for Conformity Assessment).

- Certificate No. TKS 4/00(A) -

(2)

3. Particulars of the instruments inspected

- 3.1 TankRadar level gauge with 21" workstation display (main & back up), used for common display/print of temperature, pressure and trim/list
- 3.2 Resistance temperature measuring system
- 3.3 Absolute pressure measuring system
- 3.4 Electric inclinometer
- 3.5 Float level gauge with local display

4. Results of inspection at the maker's shop and on-board

4.1 TankRadar level gauge

(1) Maker: Saab Marine Electronics AB, Sweden

(2) Serial numbers of units :

- Saab TankRadar G3 level unit - G595
- Liquefied gas transmitter - Tank No. 1 - 2014
- Tank No. 2 - 2016
- Tank No. 3 - 2013
- Tank No. 4 - 2015
- Radar electronic boxes - Tank No. 1 - 136
- Tank No. 2 - 139
- Tank No. 3 - 137
- Tank No. 4 - 134
- Spare - 138 (for Tank Nos. 1, 2 & 3)
- Spare - 132 (only for Tank No. 4)
- Still pipe - Tank No. 1 - 1-A F-1
- Tank No. 2 - 2-A F-1
- Tank No. 3 - 3-A F-1
- Tank No. 4 - 4-A F-1
- Workstation - V5.B0
- (3) Integrated accuracy at shop : 5.2 mm
- (4) Integrated accuracy on-board : 5.0 mm

- Certificate No. TKS 4/00(A) -

(3)

Note:

- (1) The spare radar electronic box (Serial number – 138) was tested for the tank No. 3 at shop and for tank No. 1, 2 & 3 on-board.
- (2) The other spare radar electronic box (Serial number – 132) was tested for the tank No. 4 on-board.
- (3) 2 sets of test cables were provided on board for this accuracy test.
 Test Cable (20% level) - TC1006
 Test Cable (80% level) - TC1005

4.2 Temperature measuring system

- (1) Maker: Saab Marine Electronics AB, Sweden
 (Maker of temperature sensor: Micromatic, Denmark)
- (2) Type/numbers of sensor: Pt-100 Ohm x 40 p'cs including 20 p'cs of spares
- (3) Serial Nos.: For main sensors

<u>Tank No.</u>	<u>No. 1</u>	<u>No. 2</u>	<u>No. 3</u>	<u>No. 4</u>
0 %	589	593	594	592
25 %	599	602	604	603
50 %	610	611	606	605
75 %	613	614	615	616
100 %	621	622	623	624

For spare sensors

<u>Tank No.</u>	<u>No. 1</u>	<u>No. 2</u>	<u>No. 3</u>	<u>No. 4</u>
0 %	596	595	591	590
25 %	598	597	600	601
50 %	608	607	609	612
75 %	617	618	619	620
100 %	625	626	627	628

- (4) Integrated accuracy at shop:
 - @0°C - 0.1 °C
 - @-100°C - 0.1 °C
 - @-160°C - 0.2 °C
- (5) Integrated accuracy at on-board:
 - @0°C - 0.24 °C
 - @-100°C - 0.14 °C
 - @-160°C - 0.14 °C

- Certificate No. TKS 4/00(A) -

(4)

Note The location of temperature sensors from the south pole @-160°C (mm) was checked to be as follows.

<u>Tank No.</u>	<u>No. 1</u>	<u>No. 2</u>	<u>No. 3</u>	<u>No. 4</u>
0 %	32	40	34	31
25 %	10,020	10,028	10,022	10,019
50 %	20,108	20,116	20,110	20,107
75 %	30,196	30,204	30,198	30,195
100 %	40,284	40,292	40,286	40,283

4.3 Pressure measuring system

- (1) Maker: Saab Marine Electronics AB, Sweden
- (2) Type/numbers of sensor: Absolute pressure transmitter, 1 p'ce per 1 tank
- (3) Serial Nos.:

Tank No. 1	-	1227219
Tank No. 2	-	1227217
Tank No. 3	-	1227221
Tank No. 4	-	1227220
Spare	-	1162724
- (4) Integrated accuracy at shop: 3.0 mb or 0.5 % of span
- (5) Integrated accuracy at on-board: 2.0 mb or 0.33 % of span

Note:

- (1) Range - 800 mbA to 1,400 mbA
- (2) The pressure transmitter (Serial number – 1227218) was replaced with new spare (Serial number – 1162724).
- (3) The spare pressure transmitter was tested using the Tank No. 3 radar electronic box.
- (4) The integrated accuracy noted on above (5) includes spare transmitter.

(5)

(1) Maker: Utsuki Keiki Co., Ltd., Yokohama, Japan

(2) Type/number of detector: Drip proof type CSM-2DD, 1 P'ce

(3) Serial No.: 300H07

(4) Maximum detector error at shop:

Trim	-	0.029 mA or 0.18 % of span
List	-	0.027 mA or 0.17 % of span

(5) Maximum display error on-board:

Trim	-	0.00 m or 0.00 % of span
List	-	0° or 0 % of span

(6) Integrated accuracy:

Trim	-	0.18 % of span
List	-	0.17 % of span

Note:

- (1) Range - For Trim - 9.57 m B/H to 9.57 m B/S
For List: - 5.0 ° port to 5.0 ° stb'd
- (2) The installation of the detector was tested at the dry-docking condition.
- (3) The integrated accuracy noted on above (5) was obtained by RSS (root sum squared) calculation of sensor error and display error.

(1) Maker: Whesoe Varec Limited, Newton Aycliffe, England
(2) Type/number of sensor: Marine Liquid Level Gauging System,
Fig. 3304, 1 P'ce/tank

(4) Serial Nos.:	<u>Tank No.</u>	<u>Gauge Head</u>	<u>Transmitter/Float</u>
	1	1030	700 / 0191
	2	1029	699 / 0196
	3	1028	698 / 0192
	4	1031	701 / 0195

<u>Tank No.</u>	<u>Max Error</u>	<u>Min. Indication</u>	<u>Max. Indication</u>
No. 1	2 mm	187 mm	45,938 mm
No. 2	6 mm	189 mm	45,947 mm
No. 3	5 mm	187 mm	45,944 mm
No. 4	2 mm	191 mm	45,932 mm

APÉNDICE 3

En las descargas de GNL, tanto el cargador como el receptor de la carga, contratan a compañías de inspección independientes para que presencien la descarga. De este modo, el usuario recibe un informe completo de la descarga con las cantidades y calidades del GNL descargado oficiales y se asegura la máxima transparencia en las operaciones respecto al Terminal.

El documento adjunto es un modelo de informe utilizado para las descargas de GNL.



OUR REF : PR-08-1349
YOUR REF :

TIME LOG

VESSEL : LNG RIVERS
TERMINAL/PORT: ENAGAS / BARCELONA

DATE : 23-Aug-2008 TO 24-Aug-2008

1. TIMES

DATE	HOUR	EVENT
23-Aug-2008	06:00	END OF SEA PASSAGE
23-Aug-2008	07:30	NOTICE OF READINESS TENDERED
23-Aug-2008	07:30	PILOT ON BOARD
23-Aug-2008	09:00	INSPECTOR ARRIVED AT TERMINAL
23-Aug-2008	08:24	FIRST LINE ASHORE
23-Aug-2008	08:15	VESSEL ALL FAST
23-Aug-2008	10:00	TERMINAL GANGWAY DOWN & SECURE
23-Aug-2008	10:30	NOTICE OF READINESS ACCEPTED
23-Aug-2008	10:00	INSPECTOR ON BOARD
23-Aug-2008	10:30	COMMENCED PRE-DISCHARGE KEY / SAFETY MEETING
23-Aug-2008	10:55	COMPLETED PRE-DISCHARGE KEY / SAFETY MEETING
23-Aug-2008	10:00	COMMENCED CONNECTION OF CARGO & VAPOR ARMS
23-Aug-2008	11:12	COMPLETED CONNECTION OF CARGO & VAPOR ARMS
23-Aug-2008	11:15	VAPOR LINE CLOSED TO ENGINE ROOM (STOP BURNING GAS)
23-Aug-2008	11:15	COMMENCED OPENING CUSTODY TRANSFER INSPECTION
23-Aug-2008	11:20	COMPLETED OPENING CUSTODY TRANSFER INSPECTION
23-Aug-2008	11:20	COMPLETED OPENING CUSTODY TRANSFER CALCULATIONS
23-Aug-2008	11:24	COMMENCED TESTING OF E.S.D.
23-Aug-2008	11:34	COMPLETED TESTING OF E.S.D.
23-Aug-2008	12:00	COMMENCED COOL DOWN OF CARGO ARMS & VESSEL LINES
23-Aug-2008	13:00	COMPLETED COOL DOWN OF CARGO ARMS & VESSEL LINES
23-Aug-2008	13:00	COMMENCED DISCHARGE OF CARGO
23-Aug-2008	14:18	VESSEL COMPLETED RAMPING UP PUMPS - FULL RATE
24-Aug-2008	01:05	VESSEL COMMENCED RAMPING DOWN PUMPS
24-Aug-2008	01:25	COMPLETED DISCHARGE OF CARGO
24-Aug-2008	01:48	COMMENCED PURGING OF CARGO ARMS & VESSEL LINES
24-Aug-2008	03:00	COMPLETED PURGING OF CARGO ARMS & VESSEL LINES
24-Aug-2008	03:00	COMMENCED CLOSING CUSTODY TRANSFER INSPECTION
24-Aug-2008	03:06	COMPLETED CLOSING CUSTODY TRANSFER INSPECTION
24-Aug-2008	03:06	COMPLETED CLOSING CUSTODY TRANSFER CALCULATIONS
24-Aug-2008	06:30	COMPLETED DISCONNECTION OF CARGO & VAPOR ARMS APROX
24-Aug-2008	07:30	TIME OF VESSEL SAILING APROX

2. ADDITIONAL INFORMATION AND COMMENTS

FOR INTERTEK CALEB BRETT
Time Log - Page 1

FOR TERMINAL

FOR VESSEL
LNG-EX-007R6 (21-JUL-08)



Caleb Brett

OUR REF : PR-08-1349

YOUR REF :

OPENING CUSTODY TRANSFER

VESSEL : LNG RIVERS
 TERMINAL/PORT : ENAGAS / BARCELONA

DATE : 23-Aug-2008 TIME : 11:20

1. OPENING CUSTODY TRANSFER MEASUREMENTS

TANK NAME		1	2	3	4
SYSTEM TYPE		PRIMARY	PRIMARY	PRIMARY	PRIMARY
1ST READING	m	37,284	37,212	36,741	37,290
2ND READING	m	37,282	37,212	36,741	37,290
3RD READING	m	37,283	37,211	36,741	37,290
4TH READING	m	37,283	37,212	36,741	37,291
5TH READING	m	37,283	37,211	36,741	37,292
AVG. GAUGE	m	37,283	37,212	36,741	37,291
DENSITY CORR.	m	0,000	0,000	0,000	0,000
TEMP. CORR.	m	-0,157	-0,155	-0,155	-0,157
TRIM CORR.	m	0,000	0,000	0,000	0,000
LIST CORR.	m	0,000	0,000	0,000	0,000
CORR. GAUGE	m	37,126	37,057	36,586	37,134

2. OPENING CUSTODY TRANSFER TEMPERATURES

TANK NAME		1	2	3	4	
TEMP. PROBE #1	°C	-138,50 V	-130,70 V	-123,40 V	-138,80 V	
TEMP. PROBE #2	°C	-159,00 L	-159,10 L	-159,10 L	-158,90 L	
TEMP. PROBE #3	°C	-159,10 L	-159,10 L	-159,10 L	-159,00 L	
TEMP. PROBE #4	°C	-159,10 L	-159,10 L	-159,10 L	-159,00 L	
TEMP. PROBE #5	°C	-159,20 L	-159,10 L	-159,00 L	-158,20 L	
TANK AVERAGE	°C	-138,50 V	-130,70 V	-123,40 V	-138,80 V	
TANK AVERAGE	°C	-159,10 L	-159,10 L	-159,08 L	-158,78 L	
AVERAGE VAPOR TEMPERATURE =		-132,9 °C		AVERAGE LIQUID TEMPERATURE =		-159,0 °C

3. OPENING CUSTODY TRANSFER PRESSURES

TANK NAME	1	2	3	4		
PRESSURE	1155	1156	1155	1156		
AVERAGE TANK PRESSURE =		1155,5	mbar	ATMOSPHERIC PRESSURE =	1010	mbar

4. OPENING CUSTODY TRANSFER VOLUMES

TANK NAME		1	2	3	4
TANK VOLUME	m ³	33.681,962	33.644,131	33.457,616	33.639,685
THERMAL CORR.		1,000030	1,000030	1,000030	1,000040
CORR. VOLUME	m ³	33.682,972	33.645,140	33.458,620	33.641,031
OPENING CUSTODY TRANSFER VOLUME =		134.427,763 CUBIC METERS			

5. ADDITION INFORMATION AND COMMENTS

FWD DRAFT = 11,15 m TRIM = 0,00 m
 AFT DRAFT = 11,15 m LIST = 0,00

FOR INTERTEK CALEB BRETT

FOR TERMINAL

FOR VESSEL

LNG-EX-007R6 (21-JUL-08)



Caleb Brett

OUR REF : PR-08-1349

YOUR REF :

CLOSING CUSTODY TRANSFERVESSEL : LNG RIVERS
TERMINAL/PORT : ENAGAS / BARCELONA

DATE : 24-Aug-2008 TIME : 03:06

1. CLOSING CUSTODY TRANSFER MEASUREMENTS

TANK NAME	1	2	3	4
SYSTEM TYPE	PRIMARY	PRIMARY	PRIMARY	PRIMARY
1ST READING	m 2,382	2,730	4,317	2,759
2ND READING	m 2,385	2,730	4,318	2,764
3RD READING	m 2,384	2,730	4,316	2,762
4TH READING	m 2,385	2,730	4,315	2,765
5TH READING	m 2,382	2,730	4,316	2,763
AVG. GAUGE	m 2,384	2,730	4,316	2,763
DENSITY CORR.	m 0,000	0,000	0,000	0,000
TEMP. CORR.	m -0,143	-0,144	-0,146	-0,146
TRIM CORR.	m 0,000	0,000	0,000	0,000
LIST CORR.	m 0,000	0,000	0,000	0,000
CORR. GAUGE	m 2,241	2,586	4,170	2,617

2. CLOSING CUSTODY TRANSFER TEMPERATURES

TANK NAME	1	2	3	4
TEMP. PROBE #1	°C -99,60 V	-101,60 V	-101,40 V	-107,20 V
TEMP. PROBE #2	°C -132,00 V	-132,60 V	-134,30 V	-133,70 V
TEMP. PROBE #3	°C -153,00 V	-152,50 V	-155,60 V	-153,70 V
TEMP. PROBE #4	°C -156,70 V	-156,80 V	-158,00 V	-157,20 V
TEMP. PROBE #5	°C -159,50 L	-159,40 L	-159,50 L	-159,80 L
TANK AVERAGE	°C -135,33 V	-135,93 V	-137,33 V	-137,95 V
TANK AVERAGE	°C -159,50 L	-159,40 L	-159,50 L	-159,80 L
AVERAGE VAPOR TEMPERATURE =		-136,6 °C		AVERAGE LIQUID TEMPERATURE =
				-159,6 °C

3. CLOSING CUSTODY TRANSFER PRESSURES

TANK NAME	1	2	3	4
PRESSURE	1107	1108	1107	1108
AVERAGE TANK PRESSURE =	1107,5		mbar	ATMOSPHERIC PRESSURE = 1011 mbar

4. CLOSING CUSTODY TRANSFER VOLUMES

CLOSING CUSTODY TRANSFER VOLUMES					
TANK NAME		1	2	3	4
TANK VOLUME	m ³	304,617	404,936	1,024,989	411,503
THERMAL CORR.		1,000020	1,000020	1,000020	1,000010
CORR. VOLUME	m ³	304,623	404,944	1,025,009	411,507
CLOSING CUSTODY TRANSFER VOLUME =					2,146,083 CUBIC METERS

5. ADDITION INFORMATION AND COMMENTS

FWD DRAFT = 10,32 m TRIM = 0,00 m
AFT DRAFT = 10,32 m LIST = 0,00

FOR INTERTEK CALEB BRETT

FOR TERMINAL

FOR VESSEL

LNG-EX-007R6 (21-JUL-08)



Caleb Brett

OUR REF : PR-08-1349

YOUR REF :

SECONDARY CUSTODY TRANSFER

VESSEL : LNG RIVERS
 TERMINAL/PORT : ENAGAS / BARCELONA

DATE : 23-Aug-2008 TO 24-Aug-2008

1. OPENING SECONDARY CUSTODY TRANSFER MEASUREMENTS

TANK NAME		1	2	3	4
1ST READING	m	37,300	37,220	36,750	37,314
2ND READING	m	37,300	37,220	36,750	37,314
3RD READING	m	37,300	37,220	36,750	37,314
4TH READING	m	37,300	37,220	36,750	37,314
5TH READING	m	37,300	37,220	36,750	37,314
AVG. GAUGE	m	37,300	37,220	36,750	37,314
DENSITY CORR.	m	0,003	0,003	0,003	0,003
TEMP. CORR.	m	-0,153	-0,152	-0,150	-0,153
TRIM CORR.	m	0,000	0,000	0,000	0,000
LIST CORR.	m	0,000	0,000	0,000	0,000
CORR. GAUGE	m	37,150	37,071	36,603	37,164

2. OPENING SECONDARY CUSTODY TRANSFER VOLUMES

TANK NAME		1	2	3	4
TANK VOLUME	m ³	33,690,805	33,649,381	33,464,837	33,650,617
THERMAL CORR.		1,000030	1,000030	1,000030	1,000040
CORR. VOLUME	m ³	33,691,816	33,650,390	33,465,841	33,651,963
OPENING SECONDARY CUSTODY TRANSFER VOLUME =					134,460,010 CUBIC METERS
OPENING CUSTODY TRANSFER VOLUME =					134,427,763 CUBIC METERS
DIFFERENCE =					32,247 CUBIC METERS

3. CLOSING SECONDARY CUSTODY TRANSFER MEASUREMENTS

TANK NAME		1	2	3	4
1ST READING	m	2,415	2,725	4,328	2,733
2ND READING	m	2,415	2,725	4,328	2,733
3RD READING	m	2,415	2,725	4,328	2,733
4TH READING	m	2,415	2,725	4,328	2,733
5TH READING	m	2,415	2,725	4,328	2,733
AVG. GAUGE	m	2,415	2,725	4,328	2,733
DENSITY CORR.	m	0,003	0,003	0,003	0,003
TEMP. CORR.	m	-0,128	-0,129	-0,130	-0,130
TRIM CORR.	m	0,000	0,000	0,000	0,000
LIST CORR.	m	0,000	0,000	0,000	0,000
CORR. GAUGE	m	2,290	2,599	4,201	2,606

4. CLOSING SECONDARY CUSTODY TRANSFER VOLUMES

TANK NAME		1	2	3	4
TANK VOLUME	m ³	317,859	408,935	1,039,713	408,107
THERMAL CORR.		1,000020	1,000020	1,000020	1,000010
CORR. VOLUME	m ³	317,865	408,943	1,039,734	408,111
CLOSING SECONDARY CUSTODY TRANSFER VOLUME =					2,174,653 CUBIC METERS
CLOSING CUSTODY TRANSFER VOLUME =					2,146,083 CUBIC METERS
DIFFERENCE =					28,570 CUBIC METERS

5. ADDITION INFORMATION AND COMMENTS

FOR INTERTEK CALEB BRETT

FOR TERMINAL

FOR VESSEL

LNG-EX-007R6 (21-JUL-08)

Intertek**Caleb Brett**

OUR REF : PR-08-1349

YOUR REF :

REPORT OF UNLOADING

VESSEL : LNG RIVERS DATE : 23-Aug-2008 TO 24-Aug-2008
 TERMINAL/PORT : ENAGAS / BARCELONA

1. LOAD PORT INFORMATION

LOAD PORT TERMINAL / PORT : NIGERIA LNG / BONNY ISLAND, NIGERIA
 LOADING DATES : AUGUST 12, 2008
 BILL OF LADING QUANTITY : 135.480,332 CUBIC METERS
 LOAD PORT C.C.T. QUANTITY : 135.480,330 CUBIC METERS
 LOAD PORT C.C.T. INSPECTION DATE : 12-Aug-2008 TIME : 17:00

2. OPENING CUSTODY TRANSFER INFORMATION

OPENING CUSTODY TRANSFER VOLUME : 134.427,763 CUBIC METERS
 OPENING CUSTODY TRANSFER LIQUID TEMPERATURE : -159,0 °C
 OPENING CUSTODY TRANSFER VAPOR TEMPERATURE : -132,9 °C
 OPENING CUSTODY TRANSFER TANK PRESSURE : 1155,5 mbar
 OPENING CUSTODY TRANSFER INSPECTION DATE : 23-Aug-2008 TIME : 11:20

3. CLOSING CUSTODY TRANSFER INFORMATION

CLOSING CUSTODY TRANSFER VOLUME : 2.146,083 CUBIC METERS
 CLOSING CUSTODY TRANSFER LIQUID TEMPERATURE : -159,6 °C
 CLOSING CUSTODY TRANSFER VAPOR TEMPERATURE : -136,6 °C
 CLOSING CUSTODY TRANSFER TANK PRESSURE : 1107,5 mbar
 CLOSING CUSTODY TRANSFER INSPECTION DATE : 24-Aug-2008 TIME : 03:06

4. DISCHARGE INFORMATION

** VESSEL DELIVERED VOLUME (LIQUID) : 132.282,000 CUBIC METERS
 ** VESSEL DELIVERED VOLUME (LIQUID) : 132.282,000 LITERS
 VESSEL DELIVERED VOLUME (GAS) : 2.811,819 M.C.F. @ S.R.C.
 VESSEL DELIVERED VOLUME (GAS) : 79.619,574 1000 CUBIC METERS @ S.R.C.
 ** LIQUID TEMPERATURE BEFORE DISCHARGE : -159 °C
 ** VAPOR TEMPERATURE AFTER DISCHARGE : -136,6 °C
 ** TANK PRESSURE AFTER DISCHARGE : 1108 mbar
 ** LNG DENSITY AT -159 °C : 446,720 kg / m³
 MASS DELIVERED : 58.863,013 METRIC TONS
 ** GROSS HEATING VALUE (MASS) : 54,867 MJ / kg
 ** GROSS HEATING VALUE (VOLUME) : 40,58 MJ / m³
 ** WOBBE INDEX : 52,22 MJ / m³

** INDICATED VALUES ARE ROUNDED IN ACCORDANCE WITH SPECIFIC S.P.A. REQUIREMENTS

5. VAPOR QUANTITY CONSUMED BY VESSEL

VAPOR QUANTITY TO ENGINE ROOM : 0 KILOGRAMS
 VAPOR QUANTITY TO ATMOSPHERE : 0 KILOGRAMS

6. INTRANSIT INFORMATION

INTRANSIT LOSS OF CARGO DURING VOYAGE : 1.052,567 CUBIC METERS
 PERCENTAGE OF INTRANSIT LOSS TO TOTAL CARGO : 0,78 %
 LENGTH OF VOYAGE : 11,01 DAYS
 ADJUSTMENT DUE TO DIFFERENT TIME ZONES : 6 HOURS
 ESTIMATED LNG BOIL-OFF DURING VOYAGE : 0,07 % PER DAY
 VESSEL LNG BOIL-OFF DESIGN LIMITS : 0,15 % PER DAY

FOR INTERTEK CALEB BRETT

FOR TERMINAL

FOR VESSEL

LNG-EX-007R6 (21-JUL-08)



Caleb Brett

OUR REF : PR-08-1349

YOUR REF :

REPORT OF QUANTITYVESSEL : LNG RIVERS
TERMINAL/PORT: ENAGAS / BARCELONA

DATE : 23-Aug-2008 TO 24-Aug-2008

1. CUSTODY TRANSFER DENSITYLNG DENSITY AT -159 °C 446,720 kg / m³**2. CUSTODY TRANSFER VOLUME**

QUANTITY DELIVERED BY VESSEL 132.282,000 CUBIC METERS

QUANTITY CONSUMED BY VESSEL 0,000 CUBIC METERS

ADJUSTED QUANTITY DELIVERED 132.282,000 CUBIC METERS

3. CUSTODY TRANSFER MASS

GROSS MASS DELIVERED 59.093,015 METRIC TONS

VAPOR MASS DISPLACED 210,002 METRIC TONS

MASS DELIVERED 58.883,013 METRIC TONS

MASS CONSUMED BY VESSEL 0,000 METRIC TONS

ADJUSTED MASS DELIVERED 58.883,013 METRIC TONS

4. CUSTODY TRANSFER QUANTITY

	MEGAJOULES	MMBTU	KILOWATT HOURS
GROSS QUANTITY DELIVERED	3.242.256.456	3.073.066	900.626.793
VAPOR QUANTITY DISPLACED	11.294.124	10.705	3.137.257
QUANTITY DELIVERED	3.230.962.332	3.062.361	897.489.537
QUANTITY CONSUMED BY VESSEL	0	0	0
ADJUSTED QUANTITY DELIVERED	3.230.962.332	3.062.361	897.489.537

THE STANDARD REFERENCE CONDITIONS IDENTIFIES TEMP. OF 15/15°C & PRESSURE OF 101.325 kPa FOR IDEAL GAS.

5. ADDITIONAL INFORMATION AND COMMENTS

FOR INTERTEK CALEB BRETT

FOR TERMINAL

FOR VESSEL

LNG-EX-007R6 (21-JUL-08)



Caleb Brett

OUR REF : PR-08-1349

YOUR REF :

GENERAL INFORMATION

VESSEL : LNG RIVERS
 TERMINAL/PORT : ENAGAS / BARCELONA

DATE : 23-Aug-2008 TO 24-Aug-2008

1. VESSEL - CUSTODY TRANSFER MEASUREMENT SYSTEMS

VESSEL TANK DESIGN	TYPE : MOSS	NUMBER OF TANKS : 4
PRIMARY GAUGING DEVICE	MAKE : SAAB MARINE ELECTRONICS	TYPE : RADAR
SECONDARY GAUGING DEVICE	MAKE : WHESSOE VAREC LTD	TYPE : FLOAT
TEMPERATURE DEVICE	MAKE : MICROMATIC INSTRUMENT A/S	NUMBER PER TANK : 5
PRESSURE DEVICE	MAKE : SAAB MARINE ELECTRONICS	RANGE : 800 MBAR TO 1400 MBAR

2. VESSEL - CARGO TANK CAPACITIES

TANK NAME	1	2	3	4
GAUGE HEIGHT	m 40,296	40,286	40,281	40,280
TANK CAPACITY	m ³ 34,285,497	34,269,727	34,272,669	34,231,453

3. VESSEL - CARGO TANK TEMPERATURE PROBE HEIGHT PROFILE

TANK NAME	1	2	3	4
TEMP. PROBE #1	40,284	40,292	40,286	40,283
TEMP. PROBE #2	30,196	30,204	30,198	30,195
TEMP. PROBE #3	20,108	20,116	20,110	20,107
TEMP. PROBE #4	10,020	10,028	10,022	10,019
TEMP. PROBE #5	0,032	0,040	0,034	0,031

4. VESSEL - VAPOR QUANTITY CONSUMED AS FUEL

	OPENING CUSTODY TRANSFER	CLOSING CUSTODY TRANSFER
VAPOR LINE GAS COUNTER TO ENGINE ROOM	OPEN : 782264 kg	CLOSE : 782264 kg
VAPOR LINE GAS COUNTER TO ATMOSPHERE	OPEN : 782264 kg	CLOSE : 782264 kg

5. TERMINAL - GAS CHROMATOGRAPHY EQUIPMENT

TESTING EQUIPMENT	MAKE : DANIEL	MODEL : 500 SERIES
SPAN GAS	SUPPLIER : BOC	SERIAL # : 300272
GC VERIFICATION	BEFORE : YES	AFTER : YES

6. TERMINAL - PRIMARY SAMPLING SYSTEM

SAMPLE COLLECTOR	: IN-LINE GC	SAMPLING SYSTEM TYPE	: DISCONTINUOUS
# OF GC GRABS	:	SIZE OF SAMPLE	: 1000cc
FREQUENCY OF SAMPLING	: EVERY 15 MINUTES THROUGHOUT BULK DISCHARGE		

7. TERMINAL - SECONDARY SAMPLING SYSTEM

SAMPLE COLLECTOR	: SPOT CYLINDERS	SAMPLING SYSTEM TYPE	: DISCONTINUOUS
# OF SAMPLES PER SET	: 2	SIZE OF SAMPLE	: 300 cc
FREQUENCY OF SAMPLING	: 3 SETS - 25%, 50%, 75%		

8. ADDITION INFORMATION AND COMMENTS

FOR: INTERTEK CALEB BRETT

FOR TERMINAL

FOR VESSEL

LNG-EX-007R6 (21-JUL-08)



Caleb Brett

OUR REF : PR-08-1349

YOUR REF :

OPERATIONAL CHECKLIST

VESSEL : LNG RIVERS

DATE : 23-Aug-2008 TO 24-Aug-2008

TERMINAL/PORT: ENAGAS / BARCELONA

1. SHORE OPERATIONS - PRIOR TO DISCHARGE

DID THE TERMINAL SUPPLY A CURRENT CERTIFICATE OF CALIBRATION FOR THE IN-LINE GC ?	YES
WAS THE IN-LINE GC VERIFIED AGAINST SPAN GAS PRIOR TO DISCHARGE ?	YES
DID THE SPAN GAS HAVE A CURRENT CERTIFICATE OF CALIBRATION ?	YES

2. VESSEL OPERATIONS - ON ARRIVAL

WERE ALL PRIMARY CUSTODY GAUGING DEVICES OPERATIONAL ON ARRIVAL ?	YES
DID THE PRIMARY SYSTEM HAVE A CURRENT CERTIFICATE OF CALIBRATION ?	YES
WERE ALL SECONDARY CUSTODY GAUGING DEVICES OPERATIONAL ON ARRIVAL ?	YES
DID THE SECONDARY SYSTEM HAVE A CURRENT CERTIFICATE OF CALIBRATION ?	YES
WERE ALL CUSTODY REMOTE TEMPERATURE DEVICES OPERATIONAL ON ARRIVAL ?	YES
DID THE TEMPERATURE SYSTEM HAVE A CURRENT CERTIFICATE OF CALIBRATION ?	YES
WERE ALL CUSTODY PRESSURE DEVICES OPERATIONAL ON ARRIVAL ?	YES
DID THE PRESSURE SYSTEM HAVE A CURRENT CERTIFICATE OF CALIBRATION ?	YES
WERE THE TANKS "BOTTLED UP" DURING OPENING CUSTODY TRANSFER MEASUREMENT ?	YES
DID THE VESSEL SUPPLY A COPY OF ALL LOAD PORT DOCUMENTS ?	YES
WAS THE VOYAGE BOIL-OFF FOUND WITHIN VESSEL DESIGN LIMITS ?	YES
DID THE VESSEL HAVE CURRENT CERTIFIED TANK STRAPPING TABLES ?	YES
WERE THE TANK STRAPPING TABLES WRITTEN IN ENGLISH ?	YES
DID THE TANK STRAPPING TABLES EXPLAIN HOW TO UTILIZED THE TABLES ?	YES
DID THE TANK STRAPPING TABLES HAVE GAUGE CORRECTION FACTORS (TRIM, LIST, ETC) ?	YES
DID THE TANK STRAPPING TABLES HAVE 100% CAPACITIES FOR INDIVIDUAL TANKS ?	YES
DID THE TANK STRAPPING TABLES HAVE GAUGE HEIGHTS FOR INDIVIDUAL TANKS ?	YES
DID THE TANK STRAPPING TABLES HAVE TEMPERATURE PROFILES FOR INDIVIDUAL TANKS ?	YES

3. SHORE OPERATIONS - DURING DISCHARGE

WERE THE CORRECT NUMBER OF SPOT SAMPLES PULLED AT THE PROPER TIME DURING DISCHARGE	YES
--	-----

4. VESSEL OPERATIONS - ON DEPARTURE

WERE ALL PRIMARY CUSTODY GAUGING DEVICES OPERATIONAL ON DEPARTURE ?	YES
WERE ALL SECONDARY CUSTODY GAUGING DEVICES OPERATIONAL ON DEPARTURE ?	YES
WERE ALL CUSTODY REMOTE TEMPERATURE DEVICES OPERATIONAL ON DEPARTURE ?	YES
WERE ALL CUSTODY PRESSURE DEVICES OPERATIONAL ON DEPARTURE ?	YES
WERE THE TANKS "BOTTLED UP" DURING CLOSING CUSTODY TRANSFER MEASUREMENT ?	YES

5. SHORE OPERATIONS - AFTER DISCHARGE

DID THE IN-LINE GC WORK PROPERLY THROUGHOUT THE ENTIRE DISCHARGE ?	YES
WAS THE IN-LINE GC VERIFIED AGAINST SPAN GAS AFTER DISCHARGE ?	YES
DID THE TERMINAL SUPPLY A CERTIFICATE OF VERIFICATION FOR THE IN-LINE GC ?	YES
DID THE TERMINAL SUPPLY A COMPOSITIONAL PRINT OUT OF THE IN-LINE GC DURING DISCHARGE ?	YES

6. ADDITIONAL INFORMATION AND COMMENTS

FOR INTERTEK CALEB BRETT

FOR TERMINAL

FOR VESSEL

Checklist 1 - Discontinuous Sampling System

LNG-EX-007R6 (21-JUL-08)

Intertek**Caleb Brett**

OUR REF : PR-08-1349

YOUR REF :

BUNKER SURVEYVESSEL : LNG RIVERS
TERMINAL/PORT : ENAGAS / BARCELONA

DATE : 23-Aug-2008 TO 24-Aug-2008

1. VESSEL HISTORY FROM CHIEF ENGINEER

BUNKER PRODUCT : FUEL OIL	INTRANSIT VOYAGE (NUMBER OF DAYS)
LAST PORT OF CALL : BONNY ISLAND, NIGERIA	AT SEA : 15,30 AT ANCHOR : 0,33
BUNKERS ON DEPARTURE : METRIC TONS	AVERAGE BUNKER CONSUMPTION PER DAY
BUNKERS AT E.O.S.P. : METRIC TONS	AT SEA : 55,000 METRIC TONS
BUNKERS RECEIVED INTRANSIT : 0,000 METRIC TONS	IN PORT : 40,000 METRIC TONS
BUNKERS RECEIVED IN PORT : 0,000 METRIC TONS	AT ANCHOR : 25,000 METRIC TONS

2. INSPECTION UPON ARRIVAL

VESSEL'S TANK	ULLAGES METERS	G.O.V. m3	TEMP. °C	V.C.F. T54B - 2004	G.S.V. m3	DENSITY @ 15°C	M. TONS (AIR)
AFT F.O. TK(S)	10,340	362,780	35,5	0,98596	357,687	0,9900	353,716
AFT F.O. TK(P)	9,900	385,900	37,0	0,98493	380,084	0,9900	375,866
FWD F.O. TK(S)	19,020	47,500	34,0	0,98699	46,882	0,9900	46,362
FWD F.O. TK(P)	18,790	53,590	36,3	0,98541	52,808	0,9900	52,222
H.F.O. SETT TK(S)	6,450	432,790	77,0	0,95722	414,275	0,9900	409,677
H.F.O. SETT TK(P)	6,330	437,400	75,8	0,95806	419,055	0,9900	414,404
LOW SULPHUR TK(S)	1,760	226,800	40,0	0,98286	222,913	0,9900	220,438
LOW SULPHUR TK(P)	1,780	226,500	40,0	0,98286	222,618	0,9900	220,147

TOTALS	G.O.V. = 2173,260	G.S.V. = 2116,322	M.T. = 2092,832
DATE : 23-Aug-2008	TIME : 11:00	DRAFT FWD : 11,15 m	DRAFT AFT : 11,15 m

3. INSPECTION PRIOR TO SAILING

VESSEL'S TANK	ULLAGES METERS	G.O.V. m3	TEMP. °C	V.C.F. T54B - 2004	G.S.V. m3	DENSITY @ 15°C	M. TONS (AIR)
AFT F.O. TK(S)	10,340	362,780	34,0	0,98699	358,060	0,9900	354,086
AFT F.O. TK(P)	9,900	385,900	38,0	0,98424	379,818	0,9900	375,602
FWD F.O. TK(S)	19,020	47,500	34,4	0,98672	46,869	0,9900	46,349
FWD F.O. TK(P)	18,790	53,590	37,5	0,98459	52,764	0,9900	52,178
H.F.O. SETT TK(S)	7,060	409,150	76,7	0,95743	391,732	0,9900	387,384
H.F.O. SETT TK(P)	6,890	415,780	77,2	0,95708	397,935	0,9900	393,518
LOW SULPHUR TK(S)	1,760	226,800	40,0	0,98286	222,913	0,9900	220,438
LOW SULPHUR TK(P)	1,780	226,500	40,0	0,98286	222,618	0,9900	220,147

TOTALS	G.O.V. = 2128,000	G.S.V. = 2072,709	M.T. = 2049,702
DATE : 24-Aug-2008	TIME : 02:00	DRAFT FWD : 10,32 m	DRAFT AFT : 10,32 m

4. ADDITIONAL INFORMATION AND COMMENTS

QUANTITY OF BUNKERS CONSUMED DURING VOYAGE :	METRIC TONS
QUANTITY OF BUNKERS CONSUMED DURING DISCHARGE :	43,130 METRIC TONS

FOR INTERTEK CALEB BRETT

FOR TERMINAL

FOR VESSEL

Bunker - Fuel Oil

LNG-EX-007R6 (21-JUL-08)



Caleb Brett

OUR REF : PR-08-1349

YOUR REF :

BUNKER SURVEY

VESSEL : LNG RIVERS
 TERMINAL/PORT: ENAGAS / BARCELONA

DATE : 23-Aug-2008 TO 24-Aug-2008

1. VESSEL HISTORY FROM CHIEF ENGINEER

BUNKER PRODUCT : DIESEL OIL	INTRANSIT VOYAGE (NUMBER OF DAYS)
LAST PORT OF CALL : BONNY ISLAND, NIGERIA	AT SEA : 15,30 AT ANCHOR : 0,33
BUNKERS ON DEPARTURE : METRIC TONS	AVERAGE BUNKER CONSUMPTION PER DAY
BUNKERS AT E.O.S.P. : METRIC TONS	AT SEA : 0,000 METRIC TONS
BUNKERS RECEIVED INTRANSIT : 0,000 METRIC TONS	IN PORT : 0,000 METRIC TONS
BUNKERS RECEIVED IN PORT : 0,000 METRIC TONS	AT ANCHOR : 0,000 METRIC TONS

2. INSPECTION UPON ARRIVAL

VESSEL'S	ULLAGES	G.O.V.	TEMP.	V.C.F.	G.S.V.	DENSITY	M. TONS
TANK	METERS	m3	°C	T54B - 2004	m3	@ 15°C	(AIR)
G.O. STOR TK(S)	9,850	36,890	20,0	0,99584	36,737	0,8500	31,186
G.O. STOR TK(P)	8,650	45,900	20,0	0,99584	45,709	0,8500	38,802
G/E G.O. SERV TK(S)	4,570	26,540	20,0	0,99584	26,430	0,8500	22,436
I.G.G. G.O. SERV TK(P)	1,220	61,500	20,0	0,99584	61,244	0,8500	51,990

TOTALS	G.O.V. = 170,830	G.S.V. = 170,119	M.T. = 144,414
DATE : 23-Aug-2008	TIME : 11:00	DRAFT FWD : 11,15 m	DRAFT AFT : 11,15 m

3. INSPECTION PRIOR TO SAILING

VESSEL'S	ULLAGES	G.O.V.	TEMP.	V.C.F.	G.S.V.	DENSITY	M. TONS
TANK	METERS	m3	°C	T54B - 2004	m3	@ 15°C	(AIR)
G.O. STOR TK(S)	9,850	36,890	20,0	0,99584	36,737	0,8500	31,186
G.O. STOR TK(P)	8,650	45,900	20,0	0,99584	45,709	0,8500	38,802
G/E G.O. SERV TK(S)	4,570	26,540	20,0	0,99584	26,430	0,8500	22,436
I.G.G. G.O. SERV TK(P)	1,220	61,500	20,0	0,99584	61,244	0,8500	51,990

TOTALS	G.O.V. = 170,830	G.S.V. = 170,119	M.T. = 144,414
DATE : 24-Aug-2008	TIME : 02:00	DRAFT FWD : 10,32 m	DRAFT AFT : 10,32 m

4. ADDITIONAL INFORMATION AND COMMENTS

QUANTITY OF BUNKERS CONSUMED DURING VOYAGE : METRIC TONS
 QUANTITY OF BUNKERS CONSUMED DURING DISCHARGE : 0,000 METRIC TONS

FOR INTERTEK CALEB BRETT

Bunker - Diesel Oil

FOR TERMINAL

FOR VESSEL

LNG-EX-007R6 (21-JUL-08)